

Bill Bryson

**DESPRE TOATE,
PE SCURT**

De la Big Bang la ADN

Bestseller internațional



POLIROM

Bill Bryson

**DESPRE TOATE,
PE SCURT**

De la Big Bang la ADN

Traducere de Elena Neculcea

POLIROM
2015



Bill Bryson, *A Short History of Nearly Everything*

Copyright © Bill Bryson 2003

All rights reserved

Ilustrații © Neil Gower 2003

© 2015 by Editura POLIROM, pentru ediția în limba română

www.polirom.ro

Editura POLIROM

Iași, B-dul Carol I nr. 4; P.O. BOX 266, 700506

București, Splaiul Unirii nr. 6, bl. B3A, sc. 1, et. 1;

sector 4, 040031, O.P. 53

ISBN ePub: 978-973-46-5754-4

ISBN PDF: 978-973-46-5755-1

ISBN print: 978-973-46-5679-0

Coperta: Carmen Parii

Pe copertă: © Andreus/Depositphotos.com

Această carte în format digital (e-book) este protejată prin copyright și este destinată exclusiv utilizării ei în scop privat pe dispozitivul de citire pe care a fost descărcată. Orice altă utilizare, incluzând împrumutul sau schimbul, reproducerea integrală sau parțială, multiplicarea, închirierea, punerea la dispoziția publică, inclusiv prin internet sau prin rețele de calculatoare, stocarea permanentă sau temporară pe dispozitive sau sisteme cu posibilitatea recuperării informației, altele decât cele pe care a fost descărcată, revânzarea sau comercializarea sub orice formă, precum și alte fapte similare săvârșite fără permisiunea scrisă a deținătorului copyrightului reprezintă o încălcare a legislației cu privire la protecția proprietății intelectuale și se pedepsesc penal și/sau civil în conformitate cu legea în vigoare.

Lectura digitală protejează mediul

Versiune digitală realizată în colaborare cu elefant.ro



BILL BRYSON, născut în SUA, a lucrat ca jurnalist și a fost rector al Universității Durham din Marea Britanie. La Editura Polirom, de același autor au mai apărut *Acasă. O istorie a vieții private* (2012), *De cealaltă parte a lumii. Călătorind prin Australia* (2014), *O plimbare în pădure. Redescoperind America pe cărările Munților Apalași și Călătorii prin Europa* (2015). Bestsellerul *Despre toate, pe scurt. De la Big Bang la ADN* a fost distins cu Aventis Prize și Descartes Science Communication Prize.

Pentru Meghan și Chris. Bun venit.

„Fizicianul Leo Szilard i-a spus odată prietenului său Hans Bethe că se gândește să țină un jurnal: «Nu am de gând să public. Pur și simplu voi consemna faptele pentru a-l informa pe Dumnezeu». «Nu crezi că Dumnezeu cunoaște faptele?», a întrebat Bethe. «Ba da», a răspuns Szilard. «Cunoaște faptele, dar nu știe *această versiune a faptelor.*»”

Hans Christian von Baeyer,
Taming the Atom

Mulțumiri

Iată-mă la începutul anului 2003, având în fața mea câteva pagini de manuscris presărate cu note delicat formulate, pe un ton mărinimos-încurajator, de către Ian Tattersall de la Muzeul American de Istorie Naturală, care îmi atrage atenția *inter alia* că Périgueux nu este o regiune viticolă, că este ingenios, dar cam neortodox din partea mea să scriu cu litere cursive diviziunile taxonomice de nivel mai înalt decât al genului și speciei, că am ortografiat incorect de mai multe ori Olorgesailie (un loc cu care m-am familiarizat de curând) și alte observații de aceeași natură, de-a lungul a două capitole de text în care era vorba despre domeniul său de expertiză, apariția primilor oameni.

Cine știe câte alte asemenea confuzii jenante se mai ascund în aceste pagini, dar, mulțumită doctorului Tattersall și tuturor celor pe care îi voi menționa în cele ce urmează, v-am scutit de alte câteva sute în plus. Nici nu știu cum aș putea să-mi exprim adâncă gratitudine față de cei care m-au ajutat în pregătirea acestei cărți. Mă simt în mod special îndatorat următoarelor persoane care au dat dovadă, în egală măsură, de generozitate și amabilitate și care, cu o inepuizabilă și eroică răbdare, au răspuns la o unică, eternă și banală

întrebare: „Îmi cer scuze, crezi că poți să-mi mai explici o dată?”.

Din Anglia: David Caplin de la Imperial College din Londra; Richard Fortey, Len Ellis și Kathy Way de la Muzeul de Istorie Naturală, Martin Raff de la University College din Londra; Rosalind Harding de la Institutul de Antropologie Biologică de la Oxford; dr. Laurence Smaje, în trecut la Wellcome Institute, și Keith Blackmore de la *The Times*.

Din Statele Unite: Ian Tattersall de la Muzeul American de Istorie Naturală din New York; John Thorstensen, Mary K. Hudson și David Blanchflower de la Dartmouth College din Hanover, New Hampshire; dr. William Abdu și dr. Bryan Marsh de la Dartmouth – Hitchcock Medical Center din Lebanon, New Hampshire; Ray Anderson și Brian Witzke de la Departamentul de Resurse Naturale din Iowa, Iowa City; Mike Voorhies de la University of Nebraska și Parcul Straturilor de Fosile din Ashfall din apropiere de Orchard, Nebraska; Chuck Offenburger de la Buena Vista University, din Storm Lake, Iowa; Ken Rancourt, director de cercetare la Mount Washington Observatory din Gorham, New Hampshire; Paul Doss, geolog la Parcul Național Yellowstone, și soția sa, Heidi, tot de la Parcul Național; Frank Asaro de la University of California din Berkeley; Oliver Payne și Lynn Addison de la National Geographic Society; James O. Farlow de la Indiana – Purdue University; Roger L. Larson, profesor de geofizică marină la University of Rhode Island; Jeff Guinn de la ziarul *Star-Telegram* din Fort Worth; Jerry Kasten din Dallas, Texas; și întregul personal de la Iowa Historical Society din Des Moines.

Din Australia: reverendul Robert Evans din Hazelbrook, New South Wales; dr. Jill Caine de la Biroul de Meteorologie al Australiei; Alan Thorne și Victoria Bennett de la Australian National University din Canberra; Louise Burke și John Hawley din Canberra; Anne Milne de la *Sydney Morning Herald*; Ian Nowak, anterior la Geological Society of Western Australia; Thomas H. Rich de la Muzeul Victoria; Tim Flannery, directorul South Australian Museum din Adelaide; Natalie Papworth și Alan MacFadyen de la Royal Tasmanian Botanical Gardens din Hobart; și personalul extrem de îndatoritor de la State Library of New South Wales din Sydney.

Și din alte regiuni: Sue Superville, directorul centrului de informare de la Muzeul Noii Zeelande din Wellington; precum și dr. Emma Mbua, dr. Koen Maes și Jillani Ngalla de la Muzeul Național al Kenyei din Nairobi.

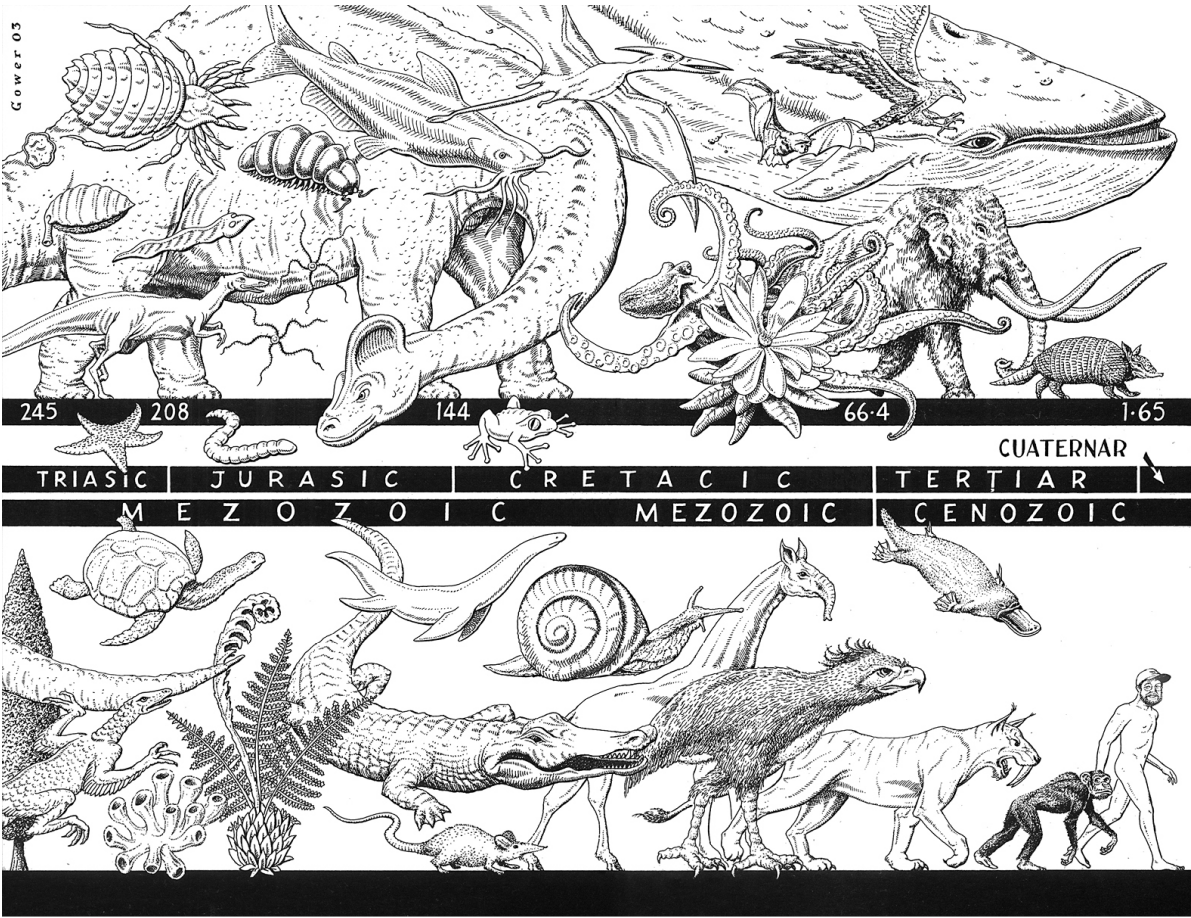
De asemenea, le sunt profund îndatorat, din variate motive, lui Patrick Janson-Smith, Gerald Howard, Marianne Velmans, Alison Tulett, Gillian Somerscales, Larry Finlay, Steve Rubin, Jed Mattes, Carol Heaton, Charles Elliott, David Bryson, Felicity Bryson, Dan McLean, Nick Southern, Gerald Engelbretsen, Patrick Gallagher, Larry Ashmead și personalului de la unica și veșnic tonica Bibliotecă Howe din Hanover, New Hampshire.

Ca întotdeauna, mai presus de oricine, cele mai profunde mulțumiri iubitei, răbdătoarei și incomparabilei mele soții, Cynthia.

Despre toate, pe scurt
De la Big Bang la ADN



Gower 03



Introducere

Bine ați venit. Și felicitările mele. Sunt peste măsură de încântat că ați reușit să ajungeți aici. Știu că nu v-a fost deloc ușor. Ba chiar am impresia că a fost ceva mai dificil decât vă imaginați.

În primul rând, pentru ca dumneavoastră să vă aflați acum aici, a fost nevoie ca miliarde și miliarde de atomi aflați în derivă să se adune cumva, într-o manieră complicată și cu o curioasă bunăvoință, pentru a vă crea. S-a ajuns la un aranjament atât de specializat și de particularizat, încât nu a mai fost încercat niciodată până acum și nu va exista decât cu această unică ocazie. Mulți ani de acum înainte (sperăm noi), aceste particule minuscule se vor angaja fără rezerve în toate miliardele de eforturi destoinice și interconectate, necesare pentru a vă menține pe dumneavoastră intact și a vă permite să vă bucurați de experiența acestei minunate, dar, în general, subapreciate stări numite existență.

Este destul de greu de explicat de ce atomii se supun la o asemenea osteneală. La nivel atomic, experiența de a vă forma pe dumneavoastră nu aduce cine știe ce recompense. În ciuda atenției exclusive de care vă bucurați din partea lor, atomilor nu le pasă prea tare de dumneavoastră – am putea

spune chiar că ei nici nu știu că există. Ei nu știu nici măcar că *ei* înșiși există. La urma urmelor, sunt doar niște particule fără judecată, care, în esență, nici măcar nu au viață. (Dacă ar fi să vă dezmembrați cu o pensetă, atom cu atom, ați ajunge la un morman de praf atomic pe cînste, în care nicio particulă nu ar avea viață, dar care, la un loc, au fost cândva dumneavoastră. Hm, ce gând năucitor!) Și totuși, pe durata existenței dumneavoastră, ei vor răspunde cumva unui unic impuls neabătut: să vă mențină sub forma dumneavoastră personală.

Vestea proastă este că atomii sunt nestatornici, iar devotamentul lor este de scurtă durată – chiar foarte scurtă. Viața unui om, chiar una foarte lungă, însumează numai vreo șase sute cincizeci de mii de ore. Și, când la orizont apare acea barieră nu tocmai măreață sau în vreun alt moment apropiat, din motive necunoscute, atomii dumneavoastră vă vor opri funcționarea, apoi se vor dezasambla în tăcere și se vor împrăștia care încotro, ca să fie altceva. Pentru dumneavoastră, atât a fost.

Dar cred că aveți motive să vă bucurați că acest lucru totuși s-a întâmplat. În general vorbind, în univers nu se întâmplă deloc așa, cel puțin din câte știm noi. Este categoric o ciudățenie, pentru că aceiași atomi care se îmbină cu atâta măiestrie și generozitate pentru a forma, pe Pământ, ființe vii refuză cu încăpățănare să facă același lucru oriunde în altă parte. Indiferent ce altceva ar mai conține, la nivelul alcătuirii chimice, viața este de o banalitate uluitoare: carbon, hidrogen, oxigen și azot, un pic de calciu, un praf de sulf și o ușoară aromatizare cu alte câteva elemente absolut obișnuite – pe toate le găsiți la farmacia din colț –, și astea sunt toate

ingredientele. Singura trăsătură fantastică a atomilor care vă alcătuiesc este aceea că vă alcătuiesc pe dumneavoastră. Firește, acesta este miracolul vieții.

Indiferent dacă atomii mai creează viață și în alte colțuri ale universului sau nu, cert este că alcătuiesc o mulțime de alte lucruri; de fapt, ei alcătuiesc toate celelalte lucruri. Fără ei nu ar exista apa, aerul sau pietrele, nu ar exista stelele sau planetele, nici norii gazoși din depărtare, ori nebuloasele spiralate, și niciunul dintre lucrurile care-i dau universului atât de încântătoare sa materialitate. Atomii sunt atât de numeroși și de necesari, încât nu este deloc greu să scăpăm din vedere faptul că, în realitate, existența lor nu este un dat obligatoriu. Nu există nicio lege care să impună universului să se umple cu mici particule de materie, să producă lumină, gravitație și celelalte proprietăți de care atârână viața noastră. De fapt, nici nu este obligatoriu să existe un univers. Și, o vreme foarte îndelungată, nici nu a existat. Nu existau atomi și nici un univers prin care ei să se miște în voie. Nu exista nimic – absolut nimic și nicăieri.

Așa că să mulțumim cerului că există atomi. Dar faptul că aveți atomi și că ei se îmbină cu atâta generozitate este doar unul dintre elementele care v-au adus până aici. Și dacă sunteți acum, la început de secol douăzeci și unu, viu și suficient de isteț ca să vă dați seama că existența, înseamnă că ați beneficiat obligatoriu de o extraordinară suită de fericite coincidențe biologice. Supraviețuirea pe Pământ este o treabă neașteptat de complicată. Dintre miliardele și miliardele de specii de forme de viață care au existat de la începuturile timpului, majoritatea – s-a sugerat chiar 99,99% – nu mai există. Vedeți dumneavoastră, viața pe Pământ nu este doar

scurtă, ci și exasperant de fragilă. Iar faptul că noi provenim de pe o planetă care se pricepe foarte bine să perpetueze viața, dar se pricepe încă și mai bine să-i pună capăt mi se pare o trăsătură cel puțin curioasă.

Durata medie de existență a unei specii pe Pământ este de numai vreo patru milioane de ani, așa că, dacă doriți cumva să fiți prin preajmă mai multe miliarde de ani, ați face bine să deveniți la fel de schimbători precum atomii care vă compun. Trebuie să fiți pregătiți să vă schimbați toate caracteristicile – forma, mărimea, culoarea, apartenența speciei, absolut totul –, și încă în mod repetat. Ușor de zis, mult mai greu de făcut, pentru că procesul de schimbare este aleatoriu. Pentru a trece de la „globula atomică primordială protoplasmatică” (după cum spune cântecul lui Gilbert și Sullivan) la ființa umană modernă, verticală și rațională, a fost nevoie de noi și noi mutații pentru apariția unor noi trăsături, toate într-o manieră precisă și strict ordonată, într-o perioadă foarte lungă. Prin urmare, în diferite momente din decursul ultimelor 3,8 miliarde de ani, ați respins și ați îndrăgit oxigenul, v-au crescut înotătoare și membre, ați plutit fericit, ați depus ouă, ați biciuit aerul cu o limbă despicată, ați fost neted, ați fost pufos, ați trăit sub pământ, ați trăit în copaci, ați fost mare cât o căprioară sau mic cât un șoarece și ați fost în milioane de alte feluri. Dacă ar fi existat o cât de mică deviere de la oricare dintre aceste imperative ale evoluției, acum poate că ați linge alge de pe pereții peșterilor sau v-ați tolăni ca o morsă pe un mal stâncos, ori ați arunca aerul afară printr-un orificiu din mijlocul capului, înainte să vă scufundați la optsprezece metri adâncime să savurați o gură de polichete delicioase.

Și ați fost norocoși nu numai pentru că ați aparținut din timpuri imemorabile unei linii de evoluție favorizate, dar ați avut un noroc fantastic – mai bine zis miraculos – și în ce privește descendența personală. Gândiți-vă că timp de 3,8 miliarde de ani, o perioadă mai lungă decât vechimea munților, a râurilor și a oceanelor de pe Terra, fiecare dintre strămoșii dumneavoastră de pe ambele linii de descendență a fost suficient de atrăgător încât să-și găsească un partener, suficient de sănătos ca să se reproducă și suficient de protejat de soartă și de împrejurări încât să trăiască destul de mult pentru a avea urmași. Niciunul dintre strămoșii dumneavoastră genetici nu a fost strivit, devorat, înecat, înfometat, blocat, rănit de timpuriu sau deturnat în vreun alt fel de la misiunea vieții sale de a transmite o mică încărcătură de material genetic partenerului potrivit, la momentul potrivit, pentru a perpetua secvența unică de combinații genetice care avea să vă producă – într-un uluitor final și pentru prea puțină vreme – pe dumneavoastră.

Această carte descrie cum s-au întâmplat toate – mai exact, cum am ajuns de la nimic, de la absolut nimic, la ceva și apoi cum acel mic ceva s-a transformat în noi; mai povestește câte ceva despre ce s-a întâmplat între acele momente și de atunci încoace. Evident că sunt multe de spus și tocmai de aceea cartea se numește *Despre toate, pe scurt*, deși nu este chiar așa. Dar ar putea fi și trag speranța că, până la final, cu puțin noroc, v-aș putea face să simțiți că așa este.

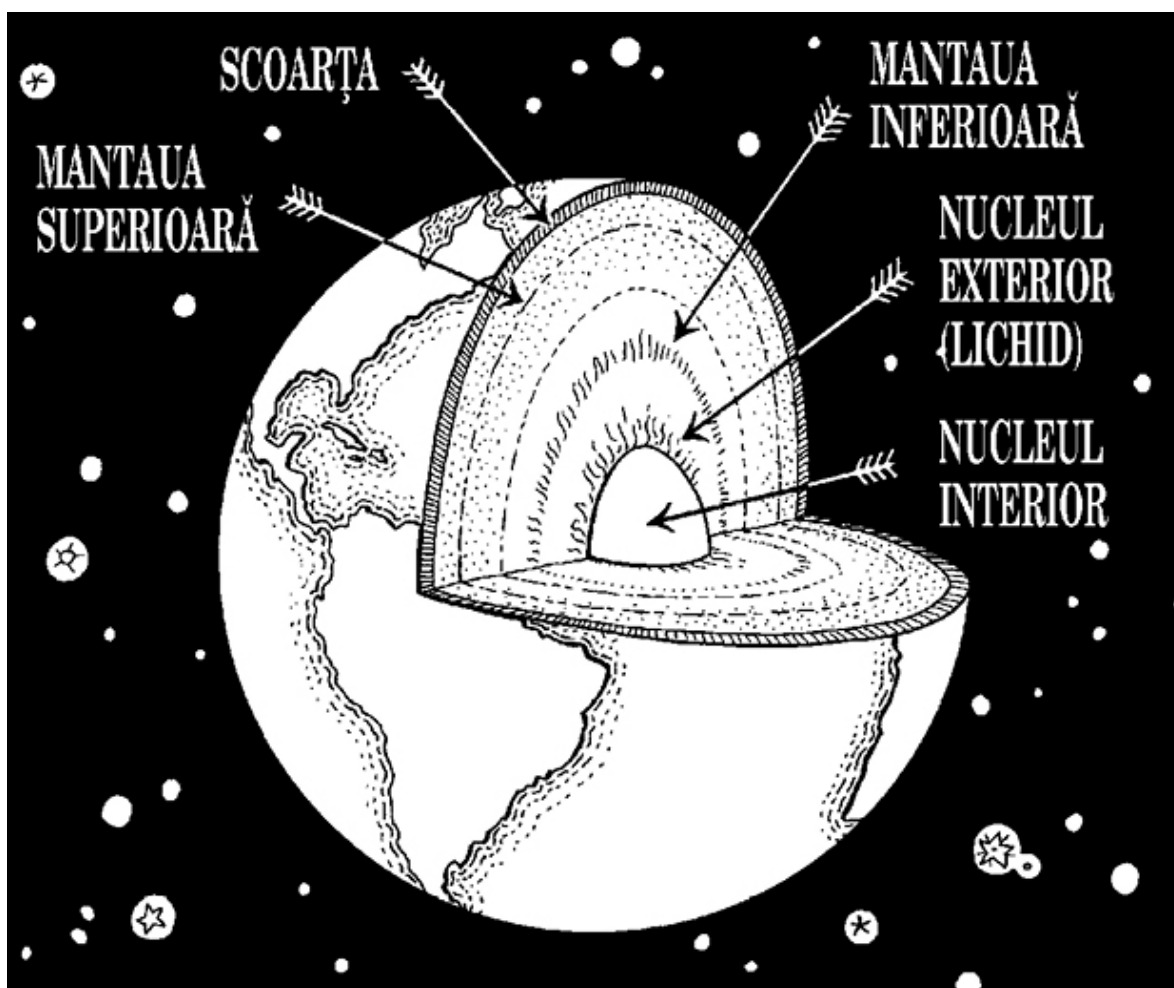
Dacă doriți să știți, interesul meu pentru acest subiect a pornit de la o carte de științe naturale după care am studiat în clasele a patra și a cincea. Cartea era un manual clasic de prin

anii 1950 – trântită, detestată, înfricoșător de mare –, dar pe la început avea o ilustrație care pur și simplu m-a captivat: o diagramă transversală care înfățișa interiorul Pământului, așa cum ar arăta dacă l-am secționa și am extrage cu grijă din el o bucată cam de un sfert din mărimea lui.

Pare greu de crezut că a existat o vreme în care nu văzusem încă o astfel de ilustrație, dar este absolut cert că nu o mai văzusem, deoarece îmi amintesc cât se poate de clar că am rămas practic înmărmurit. Ca să fiu sincer, bănuiesc că interesul meu inițial pornea de la o imagine din mintea mea, în care șiruri lungi de automobiliști ce conduceau fără să bănuiască nimic spre est, prin statele Marii Câmpii Americane, se prăbușesc brusc peste o stâncă înaltă de aproape șase mii cinci sute de kilometri, ce se întindea între America Centrală și Polul Nord. Treptat însă, atenția mea s-a concentrat într-o manieră mai academică asupra importanței științifice a desenului și a înțelegerii faptului că Pământul este alcătuit din straturi distincte ce învelesc în centru o sferă strălucitoare de fier și nichel, la fel de incandescentă precum suprafața Soarelui, potrivit imaginii. Îmi amintesc că m-am întrebat cu o uimire sinceră: de unde știu ei chestia asta?

Nu m-am îndoit nicio clipă de corectitudinea informațiilor – și acum încă am tendința să iau de bun ceea ce decretează oamenii de știință, la fel cum mă încred în afirmațiile chirurgilor, instalatorilor și ale altor posesori de informații cabalistice și confidentiale –, dar pentru nimic în lume nu puteam concepe cum o minte omenească a putut descifra în ce fel arată și din ce sunt alcătuite spațiile aflate la mii de kilometri sub noi, spații pe care niciun ochi nu le-a cercetat vreodată și pe care nicio rază X nu le-ar putea penetra. Pentru

mine, era pur și simplu un miracol. Și de atunci încolo, poziția mea față de știință a rămas neschimbată.



În acea seară, am luat cartea acasă, plin de entuziasm, am deschis-o înainte de cină – și înclin să cred că acest fapt a determinat-o pe mama să îmi pună mâna pe frunte și să mă întrebe dacă mă simt bine – și, începând cu prima pagină, am citit.

Și iată ce s-a întâmplat: nu avea absolut nimic interesant. De fapt, era complet ininteligibilă. Dar mai presus de toate, nu răspundea la niciuna dintre întrebările pe care le ridica ilustrația în orice minte cu o curiozitate normală: cum am

ajuns să avem un Soare în mijlocul planetei noastre și de unde știu ei cât de fierbinte este? Și dacă acolo, jos, arde încontinuu, atunci de ce pământul pe care călcăm nu este fierbinte la atingere? Și de ce restul interiorului nu se topește – sau se topește? Și când, într-un final, miezul va arde complet, o parte din Pământ se va scufunda pur și simplu în vid, lăsând o imensă cavitate la suprafață? Și de unde *știm* asta? *Cum ne-am dat seama de asta?*

Dar autorul păstra o tăcere bizară în privința acestui gen de detalii – mai mult, tăcerea lui acoperea totul, mai puțin anticlinalele, sinclinalele, declinațiile axiale și altele asemenea. Parcă ar fi vrut să țină secrete toate lucrurile interesante și de aceea, pe un ton solemn, făcea totul incomprehensibil. Odată cu trecerea anilor, am început să suspectez că nu era tocmai o tendință singulară. Semăna cu o conspirație universală enigmatică a autorilor de manuale care încearcă parcă să se asigure că materialul de care se ocupă nu se răătăcește niciodată prea aproape de sfera unui interes general, fie el și modest, și că rămâne întotdeauna cel puțin la o distanță respectabilă de trezirea oricărui interes autentic.

Acum știu că există o pleiadă de scriitori pe teme științifice care știu să creioneze o proză lucidă și pasionantă – între ei, Timothy Ferris, Richard Fortey și Tim Flannery ies în evidență la o singură oprire în alfabet (și aceasta fără să-l menționăm pe regretatul, dar titanicul Richard Feynman) –, însă, din nefericire, niciunul dintre ei nu a fost autorul vreunui manual pe care să-l fi studiat eu. Manualele mele erau scrise de bărbați (întotdeauna bărbați) care îmbrățișau interesanta opinie potrivit căreia totul devine mai clar dacă este exprimat sub forma unei formule, exprimând și credința, amuzantă în

fantezia ei, că progeniturile Americii ar aprecia în mod deosebit ca la sfârșitul fiecărui capitol să găsească o secțiune de întrebări la care să mediteze în timpul lor liber. Așa că am crescut cu ideea că știința este plictiseala supremă, dar cu o bănuială că nu era obligatoriu să fie așa. Nu am stat să mă gândesc serios dacă aș putea să fac ceva care să schimbe lucrurile. Și mi-am păstrat această atitudine vreme îndelungată.

Apoi, mult mai târziu – cred că acum patru sau cinci ani –, mă aflu în avion, într-un lung zbor peste Pacific. Privind alene pe fereastră la oceanul scânteietor de lumină argintie, mi-a trecut subit prin minte, cu o intensitate notabilă, că nu știam nici măcar lucrurile elementare despre singura planetă pe care aveam să locuiesc vreodată. De exemplu, nu aveam habar de ce oceanele sunt sărate, iar Marile Lacuri nu sunt. Nu aveam nici cea mai vagă idee. Nu știam dacă oceanele deveneau mai sărate sau mai puțin sărate cu timpul și nici dacă nivelul de salinitate al oceanelor era o problemă care ar trebui să mă preocupe sau nu. (Îmi face o deosebită plăcere să vă aduc la cunoștință că, până la sfârșitul anilor 1970, nici oamenii de știință nu cunoșteau răspunsurile la aceste întrebări. Doar că nu comentau acest lucru pe un ton audibil.)

În mod evident, salinitatea oceanelor reprezenta o minusculă fărâmbă a ignoranței mele. Nu știam ce este un proton, ce este o proteină, nu făceam diferența între un quarc și un quasar, nu puteam înțelege cum reușeau geologii să îți spună cât de vechi este un strat de rocă doar cercetându-l în peretele unui canion – eram cu adevărat ignorant. Și atunci a pus stăpânire pe mine un imbold tăcut, straniu, dar stăruitor de a afla ceva mai multe despre aceste chestiuni și, mai presus

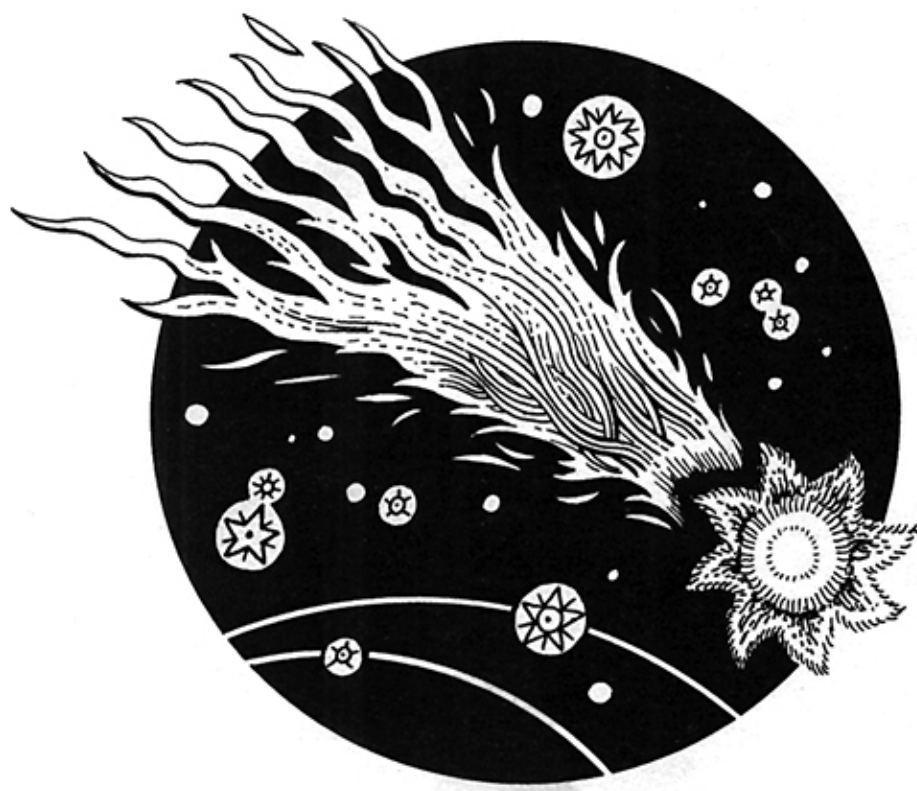
de toate, de a înțelege cum au ajuns oamenii să le deslușească. Pentru mine, aceasta continua să fie cea mai mare mirare: cum își elaborează oamenii de știință concluziile. Cum află cineva, oricine, cât cântărește Pământul, sau cât de vechi sunt rocile de pe el, sau ce se află cu adevărat acolo, în adânc, în centrul său? De unde pot ști ei cum și când a început formarea universului și cum arăta atunci când a început? De unde știu ei ce se petrece în interiorul unui atom? Și pentru că tot veni vorba – sau, dacă mă gândesc mai bine, în primul rând –, cum se poate ca oamenii de știință să pară că știu aproape totul, pentru ca apoi să nu fie capabili să prevadă un cutremur de pământ sau măcar să ne anunțe dacă ar trebui să ne luăm umbrela cu noi când mergem la curse miercurea următoare?

Atunci am decis că voi dedica o parte din viața mea – trei ani, după cum s-a dovedit în final – lecturii cărților și publicațiilor și găsirii unor specialiști cu o răbdare angelică, dispuși să răspundă unei sumedenii de întrebări de o remarcabilă ineptie. Încercam să văd dacă nu cumva este posibil să înțelegem și să apreciem minunile și realizările științei – să ne minunăm sau chiar să ne bucurăm de ele – la un nivel care să nu fie prea tehnic sau prea solicitant, dar nici în totalitate superficial.

Acestea au fost ideea și speranța cu care am pornit și asta intenționează să vă ofere cartea de față. Dar avem o arie largă de acoperit și mai puțin de șase sute cincizeci de mii de ore pentru asta, așa că mai bine să pornim.

Partea I

Pierduți în cosmos



„Toate se află în același plan. Toate se învârt în aceeași direcție... Știți, totul este perfect. Este sublim. Este aproape supranatural.”

Astronomul Geoffrey Marcy
descriind sistemul solar

Capitolul 1

Cum se construiește un univers

Indiferent cât de tare ați încerca, nu veți fi niciodată capabili să înțelegeți cât de mititel este un proton, cât de puțin spațiu revendică. Pentru că pur și simplu este mult prea mic.

Un proton este o părticică infimizezimală a unui atom, care, la rândul său, este, evident, o chestie inconsistentă. Protonii sunt atât de minusculi, încât o urmă infimă de cerneală, precum aceea lăsată de punctul de pe acest i, poate conține un număr de ordinul a 500.000.000.000 de protoni sau, altfel spus, un număr mai mare decât numărul de secunde din care este alcătuită o jumătate de milion de ani. Așadar, putem spune că protonii sunt cel puțin microscopici până la exagerare.

Acum, dacă puteți (și evident că nu puteți), imaginați-vă cum ar fi să micșorați unul dintre acei protoni până la a miliarda parte din dimensiunile sale normale, reducându-l la un spațiu atât de mic, încât un proton pare enorm prin comparație. Acum, în acel spațiu mic-mititel, îngrămădiți cam treizeci de grame de materie. Excelent. Acum sunteți gata să treceți la crearea unui Univers.

Presupun, firește, că doriți să construiți un Univers inflaționar. Dacă doriți însă să construiți un Univers standard, de modă veche, cu Big Bang, atunci aveți nevoie de materiale

suplimentare. De fapt, va trebui să adunați tot ce există – până la ultimul firicel de praf și ultima particulă de materie de aici și până la marginile creației – și să le îngrămădiți într-un punct atât de infimitezimal compact, încât să nu aibă niciun fel de dimensiuni. Acesta este un punct de singularitate.

În ambele cazuri, pregătiți-vă pentru un Big Bang adevărat. Evident, ar fi înțelept să vă retrageți într-un loc sigur din care să urmăriți spectacolul. Din nefericire, nu aveți unde, deoarece, dincolo de punctul de singularitate, nu există un alt *undeva*. Când universul intră în expansiune, nu se va extinde pentru a umple un enorm spațiu gol. Singurul spațiu care există este cel pe care îl creează el pe măsură ce avansează.

E firesc, dar complet greșit să vizualizezi singularitatea ca pe un fel de punct reliefat, atârând într-un nemărginit vid întunecat. Nu există niciun spațiu, niciun întuneric. Punctul de singularitate nu are nimic împrejurul lui. Nu există spațiu pe care să-l ocupe și nici loc în care să existe. Nici măcar nu ne putem întreba de câtă vreme stă acolo – dacă a țâșnit de curând, ca o idee strălucită, sau dacă a fost acolo dintotdeauna, așteptând tăcut momentul potrivit. Timpul nu există. Nu are un trecut din care să se fi născut.

Și astfel, din nimic, începe Universul nostru.

Dintr-un unic impuls orbitor, un moment de glorie mult prea rapid și expansiv ca să poată fi cuprins în vreun cuvânt, singularitatea capătă dimensiuni edenice, devine spațiu de neconceput. Prima secundă de viață (o secundă căreia numeroși cercetători ai cosmosului îi vor dedica întregi cariere în încercarea de a o separa în cașete cât mai mici) dă naștere gravitației și tuturor celorlalte forțe care guvernează fizica. În mai puțin de un minut, universul se întinde pe mii de

miliarde de kilometri și crește amețitor. De acum, s-a făcut foarte cald, sunt vreo zece miliarde de grade, suficiente pentru a declanșa reacțiile nucleare care creează elementele mai ușoare – în principal, hidrogen și heliu, cu un praf (cam un atom la o sută de milioane) de litiu. În trei minute, s-a produs cam nouăzeci și opt la sută din toată materia care există sau va exista vreodată. Avem un univers. Un loc în care abundă posibilitățile cele mai nebănuite și mai pline de satisfacții și care, în plus, este chiar foarte frumos. Și a apărut cam în același timp cât îți ia să faci un sendviș.

Momentul în care s-au petrecut toate acestea dă naștere la anumite controverse. Cosmologii se contrazic de multă vreme dacă momentul creației s-a petrecut acum zece miliarde de ani, acum de două ori mai mult sau pe undeva pe la mijloc. Părerile par să se îndrepte spre un consens în jurul cifrei de 13,7 miliarde de ani, dar aceste lucruri sunt prin definiție greu de măsurat, așa cum vom vedea și noi ceva mai încolo. Tot ce putem spune cu certitudine este că, într-o perioadă nedeterminată din trecutul foarte îndepărtat, din motive necunoscute, s-a ivit momentul pe care știința îl cunoaște drept $t = 0$. Porniserăm la drum.

Firește că sunt o mulțime de lucruri pe care nu le cunoaștem, iar o bună parte din ceea ce credem că știm acum nu am știut sau nu am crezut că nu știm o lungă perioadă. Chiar și noțiunea de Big Bang este destul de recentă. Ideea a început să fie vehiculată prin anii 1920, când Georges Lemaître, un preot-învățat belgian, a propus-o timid pentru prima dată, dar nu a devenit o noțiune activă în cosmologie decât pe la mijlocul anilor 1960, când doi tineri

radioastronomi au făcut o extraordinară descoperire inadvertentă.

Cei doi se numeau Arno Penzias și Robert Wilson. În 1965, încercau să folosească o antenă enormă de telecomunicații din cadrul Laboratoarelor Bell din Holmdel, New Jersey, dar îi deranja un zgomot de fundal persistent – un sâsâit constant și consistent din cauza căruia orice experiment devenea imposibil. Era un zgomot persistent și difuz. Venea din toate punctele cerului, zi și noapte, pe orice vreme. Timp de un an, tinerii astronomi au făcut tot ce le-a trecut prin minte ca să localizeze și să elimine zgomotul. Au testat fiecare sistem electric, au reasamblat instrumentele, au verificat circuitele, au scuturat și tras de toate firele, au curățat prizele. S-au cățărat în antenă și au înfășurat în bandă izolantă fiecare îmbinare și fiecare nit. Au urcat iar în antenă cu măști și perii de frecat și au curățat atent ceea ce, într-o lucrare de mai târziu, au numit un „material alb dielectric”, sau ceea ce noi numim mai popular găinaț de pasăre. Nimic din tot ce au încercat nu a dat rezultate.

Fără ca ei să știe, la numai cincizeci de kilometri distanță, la Universitatea Princeton, o echipă de oameni de știință condusă de Robert Dicke se străduia să descopere exact lucrul de care ei încercau cu atâta sârguință să scape. Cercetătorii de la Princeton dezvoltau o idee care fusese sugerată în anii 1940 de astrofizicianul de origine rusă George Gamow: anume că, dacă cercetezi suficient de profund spațiul, ar trebui să descoperi o radiație de fond cosmică rămasă după Big Bang. Gamow a calculat că, după ce va fi parcurs imensitatea cosmosului, radiația ar trebui să ajungă pe Pământ sub formă de microunde. Într-o lucrare mai recentă, el sugerase chiar un

instrument care ar fi putut descoperi acest lucru: antena Bell de la Holmdel. Din nefericire, nici Penzias sau Wilson și nici vreunul din membrii echipei de la Princeton nu citiseră lucrarea lui Gamow.

Zgomotul pe care îl auzeau Penzias și Wilson era, vă imaginați, zgomotul pe care îl postulase Gamow. Ei descoperiseră marginea universului, sau cel puțin partea sa vizibilă, la nouăzeci de miliarde de mii de miliarde de mile distanță. Ei „vedeau” primii fotoni – cea mai străveche lumină din Univers –, chiar dacă timpul și distanța îi transformaseră în microunde, așa cum prezisese Gamow. În cartea sa, *The Inflationary Universe (Universul inflaționar)*, Alan Guth ne oferă o analogie care ne ajută să încadrăm aceste descoperiri într-o perspectivă de ansamblu. Dacă v-ați imagina că cercetarea adâncimilor universului este ca și cum v-ați uita în jos de la etajul o sută al zgârie-noriului Empire State Building (unde etajul o sută reprezintă momentul prezent, iar nivelul străzii reprezintă momentul Big Bangului) în momentul descoperirii lui Wilson și Penzias, cele mai îndepărtate galaxii pe care le descoperise vreodată cineva se aflau cam pe la etajul șaiszeci, iar cele mai îndepărtate lucruri – quasarii – se aflau cam pe la etajul douăzeci. Descoperirile lui Penzias și Wilson au împins cunoașterea noastră despre universul vizibil până la doi centimetri deasupra nivelului parterului.

Tot fără să știe care era cauza zgomotului, Wilson și Penzias i-au telefonat lui Dicke la Princeton și i-au descris problema lor, în speranța că le-ar putea sugera o soluție. Dicke și-a dat seama imediat ce descoperiseră cei doi tineri.

— Băieți, adineauri am aflat că ne-au luat-o alții înainte, le-a spus el colegilor săi după ce a închis telefonul.

La puțin timp după aceea, *Astrophysical Journal* a publicat două articole: unul semnat de Penzias și Wilson, care descriau experiența lor cu sâsâitul, iar celălalt de echipa lui Dicke, în care se explica natura zgomotului. Chiar dacă Penzias și Wilson nu căutaseră radiația de fond remanentă, nu știau ce era în momentul în care au descoperit-o și nici nu descriseseră ori nu interpretaseră natura sa în nicio lucrare, în 1978 au primit Premiul Nobel pentru Fizică. Cercetătorii de la Princeton au primit doar dovezi de compasiune. După cum povestește Dennis Overbye în *Lonely Hearts of the Cosmos (Inimile singuraticale ale cosmosului)*, nici Penzias și nici Wilson nu au înțeles deplina semnificație a descoperirii lor până nu au citit despre ea în *The New York Times*.

Și, fiindcă tot veni vorba, cu toții am avut de-a face cu turbulențele provocate de radiația de fond cosmică. Lăsați televizorul pe orice canal pe care nu se recepționează nimic și circa unu la sută dintre paraziții săltăreți pe care îi recepționați se explică prin această remanență străveche a Big Bangului. Data viitoare când vă plângeți că nu se vede nimic, amintiți-vă că aveți șansa să asistați la nașterea Universului.

Deși toată lumea îl numește Big Bang, multe cărți ne atenționează să nu ni-l imaginăm ca pe o explozie în sensul convențional. A fost de fapt o expansiune vastă și subită la o scară colosală. Și atunci, ce anume a produs-o?

O supoziție spune că singularitatea ar putea fi relicva unui alt univers anterior, care s-a prăbușit, și că universul nostru este doar o etapă în ciclul etern al expansiunii și prăbușirii universurilor, la fel ca barbotorul dintr-un aparat de oxigen. Alții pun Big Bangul pe seama a ceea ce ei numesc „un vid

zecea milioane de mii de miliarde de mii de miliarde de mii de miliarde parte dintr-o secundă^{*1}.

Majoritatea lucrurilor pe care le știm sau credem că le știm despre momentele de început ale universului le datorăm unei idei numite teoria inflaționistă, expusă pentru prima dată în 1979 de un tânăr fizician specialist în fizica particulelor, aflat pe atunci la Stanford, iar acum la MIT, pe nume Alan Guth. Avea treizeci și doi de ani și, după propria mărturisire, nu făcuse mare lucru până atunci. Probabil că nu ar fi descoperit niciodată marea lui teorie dacă nu ar fi asistat la o prelegere despre Big Bang ținută de nimeni altul decât Robert Dicke. Prelegerea l-a inspirat pe Guth să își îndrepte atenția spre cosmologie și mai ales spre nașterea universului.

Rezultatul final a fost teoria inflaționistă care susține că, la o fracțiune de secundă după momentul creației, universul a suferit o expansiune dramatică bruscă. S-a umflat – depășindu-se pe sine, la propriu, dublându-și dimensiunile la fiecare 10^{-34} secunde. Este foarte posibil ca întregul episod să nu fi durat mai mult de 10^{-30} secunde – adică a milioanea milioanea milioanea milioanea parte dintr-o secundă –, dar a transformat universul din ceva ce ai putea cuprinde în palmă în ceva de cel puțin 10.000.000.000.000.000.000.000.000 de ori mai mare. Teoria inflaționistă explică undele și vârtejurile care fac posibil universul nostru. Fără acestea, nu ar exista aglomerările de materie și, astfel, nu ar exista stele, ci doar gaze în derivă și o obscuritate eternă.

Potrivit teoriei lui Guth, la a zecea milioanea parte dintr-o mie de miliarde parte dintr-o mie de miliarde parte dintr-o mie de miliarde parte dintr-o secundă, s-a născut forța gravitațională.

După un alt interval la fel de absurd de minuscule, i s-au alăturat forța electromagnetică, forța nucleară slabă și forța nucleară tare – chestiile de care se ocupă fizica. O clipă mai târziu, li s-au alăturat grămezi de particule elementare – chestiile care alcătuiesc chestiile. Pornind de la absolut nimic, acum existau deodată roiuri de fotoni, protoni, electroni, neutroni și multe altele – între 10^{79} și 10^{89} din fiecare, conform teoriei standard a Big Bangului.

Firește că asemenea cantități sunt imposibil de cuprins cu o minte omenească. Este suficient să știm că, într-o singură clipă, explozivă, am fost înzestrați cu un univers vast – cu un diametru de cel puțin o sută de miliarde de ani-lumină, conform teoriei, dar care s-ar putea întinde oricât până la infinit – și cu o dispunere perfectă pentru crearea stelelor, galaxiilor și a altor sisteme complexe.

Din punctul nostru de vedere, minunea constă în cât de bine s-au aranjat lucrurile pentru noi. Dacă universul s-ar fi format oricât de puțin altfel – dacă forța gravitațională ar fi fost cu o fracțiune mai mare sau mai mică, dacă expansiunea s-ar fi derulat doar un pic mai repede sau mai încet –, atunci poate că nu s-ar fi creat niciodată elementele stabile necesare pentru a ne alcătui pe mine și pe dumneavoastră și pământul pe care stăm. Dacă forța gravitațională ar fi fost cu o idee mai mare, universul însuși ar fi putut să se prăbușească la fel ca un cort ridicat prost, fără valorile exacte care să-i confere dimensiunile, densitatea și părțile componente necesare. Dacă ar fi fost mai mică, nimic nu s-ar fi încheiat. Universul ar fi rămas pe vecie un vid monoton și răsfirat.

Acesta este unul dintre motivele pentru care unii experți consideră că se prea poate să fi existat multe alte Big Banguri, poate chiar miliarde și miliarde, împrăștiate în atotputernica întindere a eternității, și că motivul pentru care noi existăm tocmai în acesta e că el este unul în care noi am putut exista. Edward P. Tryon de la Universitatea Columbia spunea odată: „Ca răspuns la întrebarea de ce s-a întâmplat așa, vă propun o explicație modestă, și anume că Universul nostru este pur și simplu unul dintre acele lucruri care se întâmplă la răstimpuri”. La care Guth adaugă: „Deși crearea unui univers este destul de improbabilă, Tryon a subliniat faptul că nimeni nu a stat să numere încercările eșuate”.

Martin Rees, astronomul Casei Regale Britanice, consideră că există numeroase universuri, poate chiar un număr infinit, fiecare cu atributele sale specifice și în combinații diferite, și că noi trăim pur și simplu într-unul care combină lucrurile într-un mod care ne permite nouă să existăm. El face o analogie cu un enorm magazin de îmbrăcăminte: „Dacă există un stoc enorm de haine, nu ești deloc surprins să găsești un costum care să ți se potrivească. Dacă există mai multe universuri și fiecare este guvernat de un set diferit de numere, trebuie să existe unul în care se află un anumit set de numere compatibile cu viața. Și în acela trăim noi”.

Rees susține că există șase numere principale care guvernează universul nostru și că, dacă oricare dintre aceste valori s-ar schimba fie și numai foarte puțin, lucrurile nu ar mai putea fi așa cum sunt. De exemplu, pentru ca universul să existe așa cum este, e nevoie ca hidrogenul să se transforme în heliu într-o manieră precisă, dar de un rafinament totalmente comparabil – astfel încât să își transforme șapte miimi din

masa sa în energie. Dacă am micșora foarte puțin această valoare – de la 0,007% la 0,006%, să zicem –, nu ar mai avea loc nicio transformare: universul ar fi compus din hidrogen și nimic altceva. Dacă am crește acea valoare cu foarte puțin – la 0,008% –, legarea ar atinge o prolificitate atât de frenetică, încât hidrogenul ar fi de mult epuizat. În oricare caz, la cea mai neînsemnată ciupeală din aceste numere, universul pe care îl știm și de care avem nevoie nu ar mai fi aici.

Ar trebui să spun că totul este așa cum trebuie să fie – *până acum*. Pe termen lung însă, forța gravitațională s-ar putea dovedi un pic prea puternică; într-o bună zi, ar putea opri expansiunea universului și l-ar putea face să se prăbușească peste el însuși, până când se autostrivește și ajunge din nou într-un alt punct de singularitate, poate chiar pentru a lua încă o dată întregul proces de la capăt. Sau ar putea fi prea slabă, iar în acest caz universul și-ar putea continua la infinit cursa, până când toate ar fi atât de departe unele de altele, încât materia n-ar mai avea nicio șansă să interacționeze, iar universul ar deveni un loc extrem de spațios, dar inert și mort. A treia opțiune ar fi aceea că s-a nimerit perfect forța gravitațională – cosmologii folosesc sintagma „densitate critică” – și că aceasta va ține universul adunat la dimensiunile exacte, care să îi permită să își continue existența la infinit. În momentele lor de relaxare, cosmologii numesc acest lucru „efectul Goldilocks” – când totul este cum nu se poate mai potrivit. (Cu titlu informativ, aceste trei universuri posibile sunt cunoscute drept închis, deschis și plat.)

Acum, întrebarea care ne-a trecut fiecăruia prin minte într-un moment sau altul este: ce s-ar întâmpla dacă am călători departe, până la marginea universului, și acolo ne-am băga capul prin despicătura cortinei, cum se zice? Unde *ar fi* capul, dacă nu se mai află în univers? Ce am găsi dincolo? Spre dezamăgirea noastră, răspunsul este că nu vom putea ajunge niciodată la marginea universului. Și aceasta nu pentru că ne-ar lua prea mult pentru a ajunge acolo – ceea ce este, evident, adevărat –, ci pentru că, chiar dacă am călători departe, tot mai departe, în linie dreaptă, cu îndârjire și fără oprire, nu am ajunge niciodată la un hotar exterior. Ne-am întoarce în schimb de unde am pornit (moment în care este de presupus că n-am mai avea nicio tragere de inimă să reîncepem exercițiul și am renunța). Iar motivul este că universul se curbează într-un fel pe care nouă ne este imposibil să ni-l imaginăm corect, în conformitate cu teoria relativității a lui Einstein (la care vom ajunge la momentul potrivit). Pentru moment, este suficient să știm că nu plutim în derivă într-o oarecare bulă largă, aflată în infinită expansiune. În schimb, spațiul se curbează într-un fel care îi permite să fie fără limite, dar finit. Nici măcar nu se poate spune, într-un sens strict, că spațiul este în expansiune, deoarece, după cum remarcă fizicianul Steven Weinberg, laureat al Premiului Nobel, „sistemele solare și galaxiile nu sunt în expansiune, nici spațiul însuși nu se află în expansiune”. Mai degrabă, galaxiile se îndepărtează unele de altele în mare viteză. Este un fel de provocare a intuiției. Sau, așa cum spune faimoasa observație a biologului J.B.S. Haldane: „Universul nu este doar mai ciudat decât presupunem noi, el este mai ciudat decât *putem* noi presupune”.

Pentru a explica curbarea spațiului, se folosește de obicei următoarea analogie: să încercăm să ne imaginăm că aducem pe Pământ pe cineva dintr-un univers cu suprafețe plate, care nu a văzut în viața lui o sferă. Indiferent cât de departe ar colinda pe suprafața planetei, nu va găsi niciodată o margine. S-ar putea ca, într-un târziu, să se întoarcă în punctul din care a plecat și, firește, va fi de-a dreptul năucitor pentru el să încerce să explice cum de s-a putut întâmpla așa ceva. Ei bine, poziția noastră în spațiu este aceeași cu a uluitului nostru locuitor al tărâmurilor plate, numai că pe noi ne consternează o dimensiune mai înaltă.

La fel cum nu există niciun loc pe care să-l poți numi marginea universului, tot așa nu există niciun loc în care să stai în centru și să poți spune: „De aici a început totul. Aici este centrul centrelor din care a pornit totul”. *Cu toții* ne aflăm în centrul centrelor. De fapt, nu putem ști acest lucru cu certitudine, nu-l putem dovedi matematic. Oamenii de știință presupun pur și simplu că nu ne putem afla cu adevărat în centrul universului – gândiți-vă ce consecințe ar avea aceasta –, dar că fenomenul trebuie să fie același pentru toți observatorii din orice loc. Și totuși, nu știm cu certitudine.

Pentru noi, universul se întinde numai până unde a călătorit lumina în miliardele de ani de când s-a format universul. Universul vizibil – universul pe care îl cunoaștem și despre care putem vorbi – are un milion de milioane de milioane de milioane (adică 1.000.000.000.000.000.000.000.000) de mile în diametru. Dar, potrivit majorității teoriilor, universul, în vastitatea sa – metauniversul, așa cum e numit uneori –, este cu mult mai încăpător. După cum afirmă Rees, numărul de ani-lumină

până la marginea acestui univers extins, nevăzut ar trebui scris „nu cu zece zerouri, nici măcar cu o sută, ci cu milioane”. Pe scurt, deja există mai mult spațiu decât v-ați putea imagina, chiar fără să vă mai dați osteneala de a încerca să vă închipuiți și mai mult spațiu dincolo de acesta.

Multă vreme, teoria Big Bangului a prezentat o inadvertență care a nemulțumit o mulțime de oameni – anume că nu oferea nici măcar un început de explicație a modului în care am ajuns noi aici. Deși 98% din materia care există a fost creată odată cu Big Bangul, acea materie era alcătuită aproape exclusiv din gaze ușoare: heliul, hidrogenul și litiul pe care le-am menționat mai devreme. Nici măcar o particulă din elementele grele atât de necesare pentru însăși existența noastră – carbon, azot, oxigen și toate celelalte – nu s-a ivit din fermentul gazos al creației. Dar – și aici este marea întrebare –, pentru a crea aceste elemente grele, este nevoie de căldura și de energia emanate de un Big Bang. Și totuși, a existat un singur Big Bang, iar acesta nu le-a produs. Și atunci, de unde au apărut? Ca o ironie, omul care a găsit răspunsul la această întrebare a fost un cosmolog care a disprețuit din tot sufletul ideea unei teorii a Big Bangului și a născocit cu sarcasm sintagma „Big Bang”, ca o modalitate de a-și bate joc de ea.

O să ajungem și la el imediat, dar înainte să ne oprim asupra întrebării cum am ajuns noi aici ar putea fi interesant să analizăm ce înseamnă mai exact „aici”.

*1 Două cuvinte despre notațiile științifice. Deoarece numerele foarte mari îngreunează excesiv scrierea și sunt

aproape imposibil de citit, oamenii de știință folosesc o scriere abreviată cu ajutorul puterilor (sau multiplilor) lui zece prin care, de exemplu, 10.000.000.000 este scris 10^{10} , iar 6.500.000 devine $6,5 \times 10^6$. Principiul este foarte simplu și se bazează pe multiplii de 10: 10×10 (sau 100) devine 10^2 ; $10 \times 10 \times 10$ (sau 1.000) devine 10^3 ; și așa mai departe, evident, la infinit. Numărul scris micit la indice reprezintă numărul de zerouri care se pun după numărul principal scris mai mare. Notățiile negative oferă în principiu o imagine în oglindă, în care indicele reprezintă numărul de cifre la dreapta virgulei (deci 10^{-4} înseamnă 0,0001). Deși principiul mi se pare admirabil, pentru mine ar fi un lucru de mirare dacă cineva care vede „ $1,4 \times 10^9$ km³” ar înțelege imediat că este vorba despre 1,4 miliarde de kilometri cubi și o uimire cu nimic mai prejos dacă ar alege să scrie prima variantă în locul celei de-a doua (mai ales într-o carte destinată marelui public, acolo unde a fost găsit exemplul). Pornind de la premisa că mulți cititori sunt la fel de nepricepuți la matematică ca și mine, voi folosi cu zgârcenie aceste prescurtări, deși uneori sunt inevitabile, cu atât mai mult într-un capitol care se apleacă asupra unor lucruri de dimensiuni cosmice.

Capitolul 2

Bine ați venit în sistemul solar

În zilele noastre, astronomii pot face lucruri dintre cele mai uluitoare. Dacă cineva ar aprinde un chibrit pe Lună, ei ar putea zări flacăra de pe Pământ. Pornind de la cele mai slabe pulsații și devieri ale stelelor îndepărtate, ei pot deduce dimensiunile, caracterul, ba chiar și șansele de a fi locuibile ale planetelor mult prea îndepărtate pentru a fi văzute – planete aflate la asemenea distanțe, încât ne-ar lua o jumătate de milion de ani ca să ajungem la ele într-o navă spațială. Cu ajutorul telescoapelor radio, se pot surprinde urme de radiații atât de irațional de mici, încât cantitatea totală de energie adunată din exteriorul sistemului solar de toate acestea la un loc, de când a început colectarea (în 1951), este „mai mică decât energia unui singur fulg de nea care atinge pământul”, după cum spunea Carl Sagan.

Pe scurt, în univers nu se petrece aproape nimic de care astronomii să nu afle dacă își propun acest lucru. De aceea, este cu atât mai remarcabil faptul că, până în 1978, nimeni nu remarcase vreodată că Pluto are o lună. În vara acelui an, un tânăr astronom, pe nume James Christy, făcea o examinare de rutină a imaginilor lui Pluto la Observatorul Marinei Statelor Unite din Flagstaff, Arizona, când a observat că se mai vedea

ceva – ceva încetoșat și neclar, dar cu siguranță distinct de Pluto. Consultându-se cu un coleg pe nume Robert Harrington, a ajuns la concluzia că ceea ce vedea el era sigur o lună. Și nu orice fel de lună. Comparativ cu planeta, era cea mai mare lună din sistemul solar.

A fost o adevărată lovitură pentru statutul lui Pluto, ca planetă, care oricum nu fusese niciodată prea solid. Întrucât anterior spațiul ocupat de lună și spațiul ocupat de Pluto erau considerate unul și același, aceasta însemna că Pluto era mult mai mică decât se crezuse până atunci – chiar mai mică decât Mercur. Și, într-adevăr, în sistemul nostru solar există șapte luni mai mari decât ea, inclusiv a noastră.

O întrebare firească ar fi de ce ne-a luat atât de mult să descoperim o lună în sistemul nostru solar. Răspunsul este că, într-o oarecare măsură, depinde spre ce își îndreaptă astronomii instrumentele, pe de altă parte depinde de instrumente și de ce anume au fost ele menite să descopere și parțial este doar vina lui Pluto. Dar cel mai important este încotro își îndreaptă instrumentele. După cum spune astronomul Clark Chapman: „Majoritatea oamenilor își imaginează că astronomii se duc noaptea la lucru, merg la observatoare și cercetează cerul. Nu este adevărat. Aproape toate telescoapele pe care le avem în lume sunt proiectate să urmărească porțiuni foarte mici de cer, aflate la mare depărtare, pentru a vedea un quasar sau pentru a vâna găurile negre ori a cerceta o galaxie îndepărtată. Singura rețea adevărată de telescoape care cercetează cerul este aceea proiectată și întreținută de armată”.

Redările artistice ne-au delectat cu imagini de o claritate care nu există în astronomia reală. În fotografiile lui Christy,

Pluto apare vag și încețoșat – o minusculă scamă cosmică –, iar luna lui nu este deloc o orbită-tovarășă, într-o contralumină romantică și cu contururi fragile, așa cum o prezintă o imagine din *National Geographic*, ci mai mult un fel de impresie minusculă și extrem de informă ce se adaugă masei de ceață. De altfel, ceața era atât de compactă, încât abia după alți șapte ani cineva a reușit să observe din nou luna, astfel încât existența ei să fie confirmată independent.

Un detaliu interesant legat de descoperirea lui Christy este acela că s-a întâmplat la Flagstaff, adică exact acolo unde a fost descoperit pentru prima oară și Pluto, în 1930. Acest eveniment fructuos din astronomie a fost în bună parte considerat meritul astronomului Percival Lowell. Lowell, care provenea dintr-o veche și înstărită familie din Boston (menționată în faimosul cântecel^{*1} despre bătrânul Boston, paradis al fasolei și al batogului, unde familia Lowell vorbește doar cu cei din familia Cabot, iar familia Cabot vorbește numai cu Dumnezeu), a dotat faimosul observator care îi poartă numele, dar este cu adevărat renumit pentru convingerea sa că Marte e acoperit cu canale construite de marțieni sânguincioși, în scopul de a aduce apă din regiunile polare către pământurile uscate, dar productive din apropierea ecuatorului.

O altă convingere de nestrămutat a lui Lowell era aceea că undeva, dincolo de Neptun, există o nouă planetă, nedescoperită încă, așa-numita planetă X. Convingerea lui Lowell se baza pe neregularitățile pe care le-a descoperit în orbitele lui Uranus și Neptun. El și-a dedicat ultimii ani din viață încercării de a descoperi proeminentul gigant gazos despre care era convins că se află acolo undeva. Din

nefericire, a murit subit, în 1916, parțial din cauza epuizării la care l-a supus căutarea, iar cercetările sale au căzut în uitare, în vreme ce moștenitorii săi se ciorovăiau pentru avere. Însă în 1929, parțial pentru a distra atenția de la saga canalelor de pe Marte (care de acum devenise de-a dreptul stânjenitoare), directorii de la Observatorul Lowell au decis să reia cercetările și, în acest scop, au angajat un tânăr din Kansas pe nume Clyde Tombaugh.

Clyde Tombaugh nu avea pregătire academică de astronom, dar era dotat cu o minte ascuțită și cu multă sârguință, așa că, după un an de cercetări perseverente, a reușit cumva să-l zărească pe Pluto, un punct vag de lumină pe un firmament scânteietor. A fost o descoperire miraculoasă, cu atât mai uluitoare cu cât observațiile pe baza cărora Lowell a prezis existența unei planete dincolo de Neptun s-au dovedit a fi în mare măsură eronate. Tombaugh a observat imediat că noua planetă nu semăna deloc cu globul masiv de gaz pe care îl prezisese Lowell – dar toate rezervele în legătură cu natura noii planete au fost curând alungate în delirul care înconjură orice știre de senzație în acele vremuri în care spiritele se înflăcărau cu repeziciune. Aceasta era prima planetă descoperită de americani și nimeni nu avea să se lase dezumflat de faptul că nu era decât un punct rece și îndepărtat. A fost numită Pluto cel puțin în parte pentru că primele două litere erau inițialele lui Lowell. Postum, Lowell a fost aclamat pretutindeni ca un geniu de primă mărime, iar Tombaugh a fost în mare parte uitat, cu excepția astronomilor care înclină să-l respecte.

Unii astronomi continuă încă să creadă că ar putea exista undeva, acolo, o Planetă X – un adevărat gigant, poate de zece

ori mai mare decât Jupiter, dar atât de departe, încât este invizibilă pentru noi. (Ar însemna că primește atât de puțină lumină solară, încât nu are cum s-o reflecte.) Problema e că nu poate fi o planetă convențională, precum Jupiter sau Saturn – este mult prea îndepărtată, vorbim aici poate chiar de 4,5 mii de miliarde de mile –, ci un fel de soare care a eșuat. Majoritatea sistemelor stelare din cosmos sunt binare (cu stele duble), motiv pentru care soarele nostru solitar este oarecum o ciudățenie.

Cât despre Pluto, nimeni nu știe sigur cât de mare este, din ce e alcătuit sau ce fel de atmosferă are, nici măcar ce este el cu adevărat. O mulțime de astronomi cred chiar că nici nu este o planetă, ci doar cel mai mare obiect descoperit până acum într-o zonă de materie planetară cunoscută sub numele de Centura Kuiper. Centura Kuiper a fost demonstrată teoretic de un astronom pe nume F.C. Leonard, în anul 1930, dar numele ei îl omagiază pe Gerard Kuiper, un olandez care a lucrat în America și care a emis această idee. Centura Kuiper este sursa acelor comete scurt-periodice – cele cu care ne intersectăm destul de regulat –, dintre care cea mai faimoasă este cometa Halley. Cometele lung-periodice, ceva mai retrase (printre care se află vizitatorii recentți Hale-Bopp și Hyakutake), provin din mult mai îndepărtatul nor Oort.

Este un fapt absolut cert că Pluto nu se comportă asemănător celorlalte planete. Nu numai că este pipernicită și întunecată, dar mișcările sale sunt atât de variabile, încât nimeni nu poate prezice cu exactitate unde se va afla Pluto peste un secol. În vreme ce alte planete orbitează mai mult sau mai puțin în același plan, orbita lui Pluto este curbată (ca să zicem așa) într-o înclinație de 17° deasupra planului

elipticii, precum borul unei pălării trase șmecherește într-o parte. Orbita sa este atât de excentrică, încât, pe perioade lungi, în fiecare dintre periplele sale solitare în jurul Soarelui este mai aproape de noi decât Neptun. În cea mai mare parte a anilor 1980 și 1990, Neptun a fost de fapt cea mai îndepărtată planetă din sistemul solar și abia la 11 februarie 1999 Pluto s-a întors pe traiectoria exterioară, unde va rămâne în următorii două sute douăzeci și opt de ani.

Deci, dacă Pluto este cu adevărat o planetă, atunci cu siguranță este o planetă ciudată. Este minusculă: are un sfert dintr-un procent din masa Pământului. Dacă o aduci deasupra Statelor Unite, nu acoperă nici jumătate din cele patruzeci și opt de state grupate. Acest fapt în sine este o anomalie; ar însemna că sistemul nostru planetar este format din patru planete terestre la interior, patru planete gigantice gazoase la exterior și un minuscul bulgăre de gheață solitar. Mai mult, avem toate motivele să presupunem că în curând am putea începe să descoperim alte sfere înghețate, chiar mai mari, în aceeași porțiune a spațiului. Și atunci chiar *vom avea* probleme. După ce Christy a descoperit luna lui Pluto, astronomii au început să cerceteze mai atent acea secțiune a cosmosului și, încă din decembrie 2002, descoperiseră alte peste șase sute de Obiecte Transneptuniene, planete mici sau Plutinos, cum mai sunt ele numite. Unul dintre acestea, așa-numitul Varuna, este aproape la fel de mare ca luna lui Pluto. Astronomii cred acum că ar putea exista miliarde de astfel de obiecte. Sunt dificil de observat, pentru că majoritatea sunt extrem de întunecate. În general, au un albedo, sau capacitate de reflexie, de numai 4%, cam cât o bucată de cărbune – și

evident că aceste bucăți de cărbune se află la o distanță de peste șase miliarde de kilometri.

Și cam cât de departe înseamnă asta? Este aproape dincolo de puterea imaginației. Vedeți dumneavoastră, spațiul este enorm, pur și simplu enorm. Ca să ne edificăm și ca să ne amuzăm, haideți să ne imaginăm că ne pregătim să plecăm într-o călătorie cu o rachetă spațială. N-o să mergem foarte departe – doar până la marginea sistemului nostru solar, dar trebuie să ne facem o idee mai clară despre cât de mare este spațiul și cât de mică este partea pe care o ocupăm noi în el.

Și acum vine vestea proastă: mă tem că nu vom ajunge înapoi la timp pentru cină. Chiar și la viteza luminii (300.000 de kilometri pe secundă), ne-ar lua șapte ore să ajungem la Pluto. Dar, firește, noi nu putem călători nici măcar cu o viteză apropiată de aceasta. Va trebui să călătorim cu viteza unei nave spațiale și asta ne va încetini destul de mult. Cele mai mari viteze atinse până acum de obiecte create de om sunt cele ale sondelor spațiale Voyager 1 și 2, care în prezent se îndepărtează de noi cu aproximativ 56.000 de kilometri pe oră.

Motivul pentru care sondele Voyager au fost lansate (în august și septembrie 1977) a fost acela că Jupiter, Saturn, Uranus și Neptun erau aliniate așa cum se întâmplă numai o dată la o sută șaptezeci și cinci de ani. Aceasta a permis celor două sonde Voyager să folosească o tehnică „asistată de gravitație”, prin care navetele erau împinse succesiv de la un gigant gazos la altul, într-un fel de versiune cosmică a pocnitului din bici. Chiar și așa, au avut nevoie de nouă ani pentru a ajunge la Uranus și de vreo doisprezece pentru a

traversa orbita lui Pluto. Vestea bună este aceea că, dacă așteptăm până în ianuarie 2006 (când este programată să plece către Pluto nava New Horizons, lansată de NASA) vom beneficia de o poziționare favorabilă a planetelor joviene, plus de câțiva pași tehnologici înainte, și vom ajunge acolo în numai un deceniu sau pe aproape – deși mă tem că ne va lua mult mai mult să ne întoarcem acasă. În orice caz, va fi o călătorie lungă.

Primul lucru pe care îl veți observa, probabil, este acela că spațiul este foarte inspirat denumit și decepționant de sărac în evenimente. Chiar dacă sistemul nostru solar ar putea fi cel mai animat lucru pe o distanță de mii și mii de miliarde de kilometri, toate elementele vizibile din el – Soarele, planetele și lunile lor, cele circa un miliard de roci căzătoare din centura de asteroizi, cometele și tot praful plutitor – ocupă mai puțin de a mia milioana parte din spațiul disponibil. De asemenea, s-ar putea să vă dați seama foarte repede că niciuna dintre hărțile sistemului solar pe care le-ați văzut vreodată nu a fost alcătuită nici pe departe la o scară adecvată. Majoritatea hărților din sălile de clasă arată planetele înșirându-se una după cealaltă, la intervale oarecum învecinate – astfel încât giganții exteriori aruncă o umbră asupra următoarei planete, după cum apare în numeroase ilustrații –, dar aceasta este o înșelătorie necesară pentru a le putea include pe toate pe aceeași coală de hârtie. În realitate, Neptun nu este doar puțin mai încolo de Jupiter, ci este *mult* dincolo de Jupiter – de cinci ori mai departe de Jupiter decât Jupiter față de noi, atât de departe, încât primește numai 3% din lumina solară pe care o recepționează Jupiter.

Distanțele sunt în așa fel distribuite, încât, în realitate, este practic imposibil să trasăm o hartă a sistemului solar la o scară realistă. Chiar dacă ați adăuga o mulțime de pagini extensibile în cărțile dumneavoastră sau ați folosi un panou foarte lung, nu ați ajunge nici măcar aproape de realitate. Pe o diagramă a sistemului solar trasată la o scară realistă, în care dimensiunile Pământului au fost reduse aproximativ la cele ale unei boabe de mazăre, Jupiter ar trebui să fie la cel puțin trei sute de metri depărtare, iar Pluto ar trebui să se afle la o distanță de doi kilometri și jumătate (și cam de dimensiunile unei bacterii, astfel încât oricum nu ați putea să o vedeți). Folosind aceeași scară, Proxima Centauri, cea mai apropiată stea, ar fi la șaisprezece mii de kilometri depărtare. Și chiar dacă ați restrânge totul în așa fel încât Jupiter să aibă dimensiunile punctului de la sfârșitul acestei fraze, iar Pluto nu ar depăși dimensiunile unei molecule, ea tot ar trebui să fie la zece metri distanță.

Așadar, sistemul solar este cu adevărat enorm. Dacă am ajunge la Pluto, am fi atât de departe de Soare – dragul nostru soare cald, cu raze care bronzează și dătător de viață –, încât acesta ar avea dimensiunile unei gămălii de ac. Ar fi un pic mai mare decât o stea strălucitoare. În acest vid singuratic, începi să înțelegi de ce niște obiecte de maximă importanță – de exemplu, luna lui Pluto – au scăpat atenției noastre. În această privință, cazul lui Pluto nu a fost nici pe departe singular. Până la expedițiile navetelor Voyager, se credea că Neptun are două luni; Voyager a descoperit alte șase. Pe când eram eu copil, se credea că sistemul solar are treizeci de luni. Acum, totalul a ajuns la cel puțin nouăzeci și cam o treime dintre ele au fost descoperite numai în ultimii zece ani.

Evident că ceea ce trebuie să ne amintim atunci când ne gândim la univers în ansamblu este că nu știm nici măcar ce se află în sistemul nostru solar.

Un alt lucru pe care îl veți remarca trecând pe lângă Pluto va fi faptul că vom trece în mare viteză pe lângă Pluto. Dacă verificați itinerarul, veți observa că este o călătorie până la marginea sistemului nostru solar, dar mă tem că nu am ajuns încă acolo. Chiar dacă Pluto este ultimul obiect marcat pe diagramele din sălile de clasă, sistemul nu se sfârșește acolo. De fapt, nu suntem nici măcar aproape de marginea lui. Nu putem ajunge la marginea sistemului solar dacă nu am trecut prin norul Oort, o vastă zonă celestă de comete plutind în derivă, și nu putem ajunge la norul Oort – îmi pare rău pentru această veste – în mai puțin de zece mii de ani. Departe de a marca limita exterioară a sistemului solar, după cum arată cu atâta infatuare acele hărți școlarești, Pluto marchează doar a cincizeci de mia parte din drum.

Firește că nu se întrevade nicăieri o asemenea călătorie, de vreme ce un drum de 386.000 de kilometri până la Lună încă reprezintă pentru noi o mare încercare. O misiune pe Marte cu oameni la bord, cerută de primul președinte Bush într-un moment de frivolitate pasageră, a fost făcută uitată atunci când cineva a estimat că ar costa 450 de miliarde de dolari și foarte probabil ar duce la moartea întregului echipaj (ADN-ul lor ar fi făcut praf de particulele solare de înaltă energie de care nu pot fi protejați).

Bazându-ne pe ceea ce cunoaștem în prezent și pe ceea ce ne putem imagina în limite rezonabile, nu există absolut nicio șansă ca o ființă umană să ajungă vreodată la marginea sistemului nostru solar – absolut niciodată. Pur și simplu, este

prea departe. În stadiul actual, chiar folosind telescopul Hubble, nu putem vedea ce se găsește în norul Oort, așadar, nu știm cu exactitate nici măcar dacă există. Existența sa este probabilă, dar complet ipotetică^{*2}.

Cam tot ceea ce putem spune cu certitudine despre Norul Oort este că începe undeva dincolo de Pluto și se întinde cam doi ani-lumină în cosmos. Unitatea de măsură de bază în sistemul solar este Unitatea Astronomică sau UA, care reprezintă distanța de la Soare la Pământ. Pluto este la circa 40 UA de noi, iar centrul Norului Oort este la circa 50.000 UA. Într-un cuvânt, este departe.

Dar să ne imaginăm în continuare că am ajuns până la Norul Oort. Primul lucru pe care s-ar putea să-l observați ar fi liniștea din jur. De acum, suntem foarte departe de orice loc cunoscut – atât de departe de Soarele nostru, încât acesta nu mai este nici măcar cea mai strălucitoare stea de pe cer. Este remarcabil faptul că acea minusculă sclipire îndepărtată are suficientă forță gravitațională pentru a ține toate aceste comete pe orbită. Legătura nu este foarte puternică, astfel încât cometele plutesc maiestuos, mișcându-se cu numai circa 355 de kilometri pe oră. Din când în când, una dintre aceste comete singuratice este înghiontită de pe orbita sa normală de vreo ușoară tulburare a forței gravitaționale – probabil, o stea trecătoare. Uneori, acestea sunt aruncate în golul spațiului pentru a nu mai fi văzute niciodată, dar alteori cad pe o lungă orbită în jurul Soarelui. În jur de trei sau patru astfel de comete, cunoscute drept comete cu perioadă lungă, trec în fiecare an prin sistemul solar interior. Ocazional, acești vizitatori solitari se izbesc de ceva solid, cum ar fi Pământul. De aceea am apărut noi acum, aici, pentru că această cometă

pe care am venit să o vedem tocmai și-a început o lungă cădere către centrul sistemului solar. Și, dintre toate locurile, a ales să se îndrepte către Manson, Iowa. Îi va lua multă vreme să ajungă acolo – cel puțin trei sau patru milioane de ani –, așa că, pentru moment, o s-o lăsăm în pace și ne vom întoarce mai târziu la ea, într-un moment mai îndepărtat al poveștii noastre.

Așadar, acesta este sistemul nostru solar. Ce altceva mai există în spațiu, dincolo de sistemul solar? Păi, multe și nimic, depinde cum privești lucrurile.

Pe termen scurt, nu există nimic. Vidul perfect creat vreodată de oameni nu este nici pe departe la fel de gol precum nimicul din spațiul interstelar. Și, până ajungi la următoarea bucățică de ceva, întâlnești o mulțime din acest nimic. Cel mai apropiat vecin al nostru din cosmos, Proxima Centauri, care face parte din ciorchinele de trei stele – sistemul triplu – cunoscut sub numele de Alpha Centauri, se află la 4,3 ani-lumină distanță, un pas de domnișoară în termeni galactici, dar de o sută de milioane de ori mai departe decât un drum până la Lună. Ar fi nevoie de cel puțin 25.000 de ani pentru a ajunge acolo cu o navă spațială și, chiar dacă ați întreprinde călătoria, tot v-ați afla într-un nicăieri – o grupare singuratică de stele în mijlocul unui vast nicăieri. Ar mai fi nevoie de încă 4,6 ani-lumină pentru a ajunge la următorul punct important, Sirius. Și tot așa ar merge lucrurile dacă ați încerca să vă croiți drum prin cosmos trecând de la o stea la alta. Numai pentru a ajunge în centrul galaxiei noastre ar fi nevoie de mult mai mult timp decât cel scurs de când existăm noi, ca ființe.

Permiteți-mi să repet: spațiul este enorm. În spațiu, distanța medie dintre stele este mai mare de treizeci de milioane de milioane de kilometri. Chiar și la viteze apropiate de viteza luminii, aceste distanțe ar reprezenta o problemă fantastică pentru orice individ dornic de călătorie. Firește, este *posibil* ca ființe extraterestre să călătorească miliarde de kilometri numai ca să se distreze, făcând cercuri în lanurile din Wiltshire sau sperînd de moarte vreun amărât aflat într-o camionetă pe un drum singuratic din Arizona (la urma urmelor, trebuie să aibă și ei adolescenți), dar pare prea puțin probabil.

Cu toate acestea, statistic vorbind, probabilitatea este destul de mare să existe și alte ființe raționale pe undeva, prin spațiu. Nimeni nu știe câte stele sunt în Calea Lactee – estimările mergînd de la o sută de miliarde până chiar la patru sute de miliarde –, iar Calea Lactee este numai una dintre cele o sută patruzeci de miliarde de alte galaxii, între care unele chiar mai mari decât a noastră. În anii 1960, un profesor de la Cornell, pe nume Frank Drake, surescitat de aceste numere inflaționiste, a inventat o faimoasă ecuație menită a calcula șansele de existență a unor forme de viață avansate în univers, pe baza unei serii de probabilități descrescătoare.

În ecuația lui Drake, împarți numărul de stele dintr-o porțiune selectată a universului la numărul de stele care ar putea avea sisteme planetare; acel număr se împarte la numărul de sisteme planetare care, în mod teoretic, ar putea întreține viața; acest număr se împarte la numărul celor pe care, după ce a apărut, viața avansează către o stare de inteligență; și tot așa. La fiecare împărțire, numărul se

micșorează colosal, dar, chiar dacă introducem cele mai conservatoare estimări, numărul de civilizații avansate, numai din Calea Lactee, ajunge întotdeauna de ordinul milioaneilor.

Iată un gând cu adevărat interesant și provocator. Noi am putea fi numai una dintre milioanele de civilizații avansate. Din nefericire însă, pentru că spațiul este atât de spațios, distanța medie dintre două civilizații este estimată la cel puțin două sute de ani-lumină, iar aceasta înseamnă mult mai mult decât am putea crede noi atunci când pronunțăm această cifră. Pentru început, înseamnă că, chiar dacă aceste ființe știu de existența noastră și pot în vreun fel să ne observe cu telescoapele lor, ele văd de fapt lumina care a plecat de la Pământ acum două sute de ani. Așadar, nu ne văd pe mine și pe dumneavoastră. Ei urmăresc Revoluția Franceză, pe Thomas Jefferson și oameni purtând ciorapi de mătase și peruci pudrate – oameni care nu știu ce este un atom sau o genă și care produc electricitatea frecând o fărâmbă de chihlimbar de o bucată de material și încă sunt convinși că asta e o mare găselniță. Orice mesaj pe care l-am primi de la acești observatori ar începe probabil cu „Stimate domn” și ne-ar felicita pentru frumusețea cailor noștri și pentru cât de bine știm să obținem uleiul de balenă. Două sute de ani-lumină este o distanță atât de mare pentru noi, încât pur și simplu ne depășește.

Prin urmare, chiar dacă nu suntem cu adevărat singuri, suntem ca și singuri. Carl Sagan a calculat că numărul de planete probabile din univers ar putea fi până la zece miliarde de mii de miliarde – un număr ce depășește cu mult orice imaginație. Dar la fel de departe de ceea ce ne-am putea

imagina se află dimensiunile spațiului în care sunt dispersate aceste planete. Sagan scria: „Dacă ați fi aruncat la întâmplare în univers, șansele să vă aflați pe sau aproape de o planetă ar fi mai mici de una la un miliard de mii de miliarde de mii de miliarde (asta înseamnă 10^{33} sau 1 urmat de 33 de zerouri). Lumile sunt prețioase”.

Poate de aceea e o veste bună pentru noi faptul că, în februarie 1999, Uniunea Astronomică Internațională a declarat oficial că Pluto este o planetă^{*3}. Universul e mare și singuratic; prin urmare, ne bucurăm de toți vecinii pe care îi putem descoperi.

^{*1} Poemul *A Boston Toast* de John Collins Bossidy (n.tr.).

^{*2} Denumirea sa corectă este Norul Öpik-Oort și a fost botezat după astronomul estonian Ernst Öpik, care a emis ipoteza existenței sale în 1932, și după astronomul danez Jan Oort, care a detaliat calculele optsprezece ani mai târziu.

^{*3} Chiar dacă de atunci, în 2006, a fost redusă din nou la statutul de planetă pitică.

Capitolul 3

Universul reverendului Evans

Atunci când cerul este senin și Luna nu e prea strălucitoare, reverendul Robert Evans, un bărbat tăcut și vesel, târăște un telescop voluminos pe terasa din spate a casei sale din Munții Albaștri din Australia, la circa optzeci de kilometri vest de Sydney, și face un lucru extraordinar. Caută departe în trecut pentru a găsi stele muribunde.

Evident că partea ușoară este căutarea în trecut. Dacă te uiți noaptea pe cer, ceea ce vezi este curată istorie, și încă foarte multă. Nu vezi stelele așa cum sunt acum, ci așa cum erau atunci când lumina lor a plecat de la ele. Din câte știm noi, Steaua Polară, tovarășul nostru credincios, s-ar putea foarte bine să se fi stins în ianuarie trecut, în 1854 sau în orice moment din secolul al XIV-lea înapoi, iar vestea aceasta pur și simplu nu a ajuns încă la noi. Cel mai sigur lucru pe care îl putem spune – și pe care îl vom putea spune vreodată – este că era încă vie cu șase sute optzeci de ani în urmă. Stelele mor tot timpul. Ceea ce îi reușește lui Bob Evans cel mai bine este să localizeze aceste momente de despărțire celestă.

Ziua, Evans este un pastor blând, acum aproape de pensie, în Biserica Unită din Australia, care se îndeletnicește cu activități de suplinire și cercetare a istoriei mișcărilor

religioase din secolul al XIX-lea. Dar noaptea este, în felul său nepretențios, un titan al cerurilor. El vânează supernove.

O supernovă apare atunci când o stea gigantică, mult mai mare decât Soarele nostru, intră în colaps și apoi explodează spectaculos, degajând într-o clipă energia a o sută de miliarde de sori, și, o vreme, arde mai strălucitor decât toate stelele din galaxia sa. „Este ca și cum ar exploda deodată o mie de miliarde de bombe cu hidrogen”, spune Evans. Dacă ar apărea o supernovă la mai puțin de cinci sute de ani-lumină de noi, am dispărea complet, în opinia lui Evans – „Ne-ar strica jucăria”, după cum se exprimă el cu umor. Dar universul este atât de vast, încât, în mod normal, supernovele se nasc mult prea departe de noi ca să ne dăuneze în vreun fel. Mai mult chiar, majoritatea sunt atât de inimaginabil de depărtate, încât lumina lor ajunge la noi doar sub forma unei licăriri slabe. În intervalul de aproximativ o lună în care sunt vizibile, singurul lucru care le distinge de celelalte stele de pe cer este acela că ocupă un loc în spațiu, care mai înainte nu era ocupat. Iar reverendul Evans descoperă tocmai aceste piercing-uri anormale și foarte rare pe bolta aglomerată a cerului de noapte.

Pentru a înțelege cu ce ispravă extraordinară avem de-a face, imaginați-vă o masă lungă, acoperită cu o față de masă neagră, peste care împrăștiți la întâmplare un praf de sare. Granulele împrăștiate pot fi considerate o galaxie. În continuare, imaginați-vă încă o mie cinci sute de mese la fel ca prima, care să formeze o linie lungă de trei kilometri și jumătate – și pe fiecare ați împrăștiat un praf de sare la nimereală. Acum, pe oricare dintre mese, mai adăugați încă un grăunte de sare și lăsați-l pe Bob Evans să se plimbe

printre ele. Dintr-o privire, va descoperi grăuntele în plus. Acel grăunte de sare este o supernovă.

Talentul lui Evans este atât de excepțional, încât Oliver Sacks, în lucrarea sa *An Anthropologist on Mars* (*Un antropolog pe Marte*), îi dedică un pasaj în capitolul despre savanții autiști – adăugând însă imediat că „nu încearcă deloc să sugereze că acesta ar fi autist”. Evans nu s-a întâlnit niciodată cu Sacks și se distrează pe seama ideii că ar putea fi ori savant, ori autist, dar nu este capabil să explice exact de unde provine acest talent al său.

— Se pare că am pur și simplu talentul de a memora hărțile stelare, mi-a spus el, cu o privire deschisă, ce parcă își cerea scuze, atunci când le-am făcut o vizită lui și soției sale Elaine, în bungaloul lor, desprins parcă dintr-un album de ilustrații și aflat la o margine liniștită a satului Hazelbrook, acolo unde în sfârșit se termină Sydney-ul și începe nesfârșitul deșert australian. La alte lucruri nu mă prea pricep, adaugă el. Nu prea îmi amintesc numele.

— Sau pe unde își lasă lucrurile! strigă Elaine din bucătărie.

El aprobă onest și zâmbitor din cap și mă întreabă dacă aș vrea să-i văd telescopul. Îmi imaginasem că Evans ar trebui să aibă un adevărat observator în curtea din spate – o versiune la scară redusă a celui de pe Muntele Wilson sau de la Palomar, cu un acoperiș glisant în formă de cupolă și un scaun mecanic pe care e o plăcere să-l manevrezi. În realitate, m-a condus nu afară, ci într-o magazie aglomerată din spatele bucătăriei, în care își ținea cărțile și lucrările și unde telescopul său – un cilindru alb cam de forma și mărimea unui boiler de apă caldă – se odihnește pe un suport de placaj

pivotant, făcut de mână. Când vrea să cerceteze cerul, îl cară, în două drumuri, pe o terasă din fața bucătăriei. Între prelungirea acoperișului și vârfurile bogate ale eucaliptilor ce cresc în josul pantei, are o vedere către cer cât deschizătura unei cutii de scrisori, dar el spune că este mai mult decât suficientă pentru scopurile sale. Și de acolo, când cerul este senin, iar Luna nu e prea strălucitoare, își găsește supernovele.

Termenul „supernovă” a fost inventat în anii 1930 de un astrofizician memorabil prin ciudăteniile sale, pe nume Fritz Zwicky. Născut în Bulgaria și crescut în Elveția, Zwicky a ajuns la Institutul Tehnologic din California în anii 1920, iar aici s-a remarcat imediat prin personalitatea dificilă și prin talentele sale schimbătoare. Nu părea extraordinar de deștept și mulți colegi îl tratau aproape ca pe „un bufon enervant”. Un fanatic al exercițiului fizic, de multe ori se arunca pe podeaua din sala de mese a institutului sau din vreun alt loc public și făcea flotări într-o singură mână pentru a-și demonstra virilitatea în fața oricui ar fi fost înclinat să se îndoiască de ea. Era recunoscut pentru agresivitate, iar la un moment dat comportamentul lui a devenit atât de intimidant, încât cel mai apropiat colaborator al său, un om blând, pe nume Walter Baade, a refuzat să fie lăsat singur cu el. Printre altele, Zwicky l-a acuzat pe Baade, care era de origine germană, că ar fi nazist, ceea ce nu era adevărat. Cel puțin o dată, Zwicky a amenințat că îl omoară pe Baade, care lucra sus, pe dealul de la Observatorul de pe Muntele Wilson, dacă îl vede în campusul de la institut.

Dar Zwicky era capabil și de idei de-a dreptul strălucite. La începutul anilor 1930, și-a îndreptat atenția către o problemă care îi preocupase îndelung pe astronomi: apariția ocazională pe cer a unor puncte de lumină inexplicabile, stele noi. Fără nicio bază, el s-a întrebat dacă neutronul – particula subatomică recent descoperită în Anglia de James Chadwick și care era prin urmare o noutate la modă – nu s-ar putea afla cumva la originea acestor fenomene. I-a trecut prin minte că, dacă o stea ar intra în colaps, atingând o densitate asemănătoare cu cele din nucleul atomilor, rezultatul ar fi un nucleu inimaginabil de compact. Atomii s-ar strivi literalmente unii de alții, iar electronii lor ar fi forțați să intre în nucleu, formând neutroni. Și atunci am avea o stea neutronică. Imaginați-vă un milion de proiectile de tun foarte grele, strânse unele într-altele până la dimensiunea unei bile de sticlă pentru copii – și tot nu sunteți nici măcar pe aproape. Nucleul unei stele neutronice este atât de dens, încât o linguriță de materie din el ar cântări nouăzeci de miliarde de kilograme. Doar o linguriță! Dar acolo erau mai multe. Zwicky și-a dat seama că, în urma colapsului unei asemenea stele, ar rezulta o cantitate enormă de energie suplimentară – suficientă pentru a produce cea mai mare explozie din univers. El a numit aceste explozii supernove. Acestea ar reprezenta – și chiar sunt – cele mai spectaculoase evenimente ale creației.

La 15 ianuarie 1934, revista *Physical Review* a publicat un rezumat foarte concis al unei prezentări susținute de Zwicky și Baade, cu o lună înainte, la Universitatea Stanford. În ciuda conciziei sale extreme – un paragraf de douăzeci și patru de rânduri –, rezumatul reprezenta un volum enorm de

informații științifice noi: oferea prima referire la supernove și la stelele neutronice; explica în mod convingător modul lor de formare; și, în concluzie, ca un bonus, lega exploziile supernovelor de producerea unui nou fenomen misterios numit raze cosmice, care fuseseră de curând descoperite în univers. Aceste idei erau cel puțin revoluționare. Existența stelelor neutronice a putut fi confirmată abia treizeci și patru de ani mai târziu. Noțiunea de raze cosmice, deși este considerată plauzibilă, nu a putut fi încă verificată. Luat în ansamblu, rezumatul reprezenta, în cuvintele astrofizicianului Kip S. Thorne, de la Institutul din California, „unul dintre cele mai vizionare documente din istoria fizicii și a astronomiei”.

Interessant este faptul că Zwicky aproape că nu înțelegea deloc cauza acestor fenomene. În opinia lui Thorne, „el nu înțelegea suficient de bine legile fizicii pentru a fi capabil să își fundamenteze ideile”. Zwicky avea talentul de a propune marile idei. Rămânea în seama celorlalți – în principal a lui Baade – să le demonstreze matematic.

Tot Zwicky a fost primul care și-a dat seama că în univers nu există nici pe departe o masă suficientă de materie vizibilă pentru a menține coeziunea galaxiilor și că trebuie să acționeze un alt gen de influență gravitațională – ceea ce acum numim materie întunecată. Unul dintre lucrurile pe care el nu le-a înțeles a fost acela că, dacă o stea neutronică s-ar restrânge suficient de mult, ar deveni atât de densă, încât nici măcar lumina n-ar scăpa imensei sale atracții gravitaționale. Nu am avea decât o gaură neagră. Din nefericire, Zwicky era atât de disprețuit de majoritatea colegilor, încât ideile sale nu au atras aproape deloc atenția.

Cinci ani mai târziu, când marele Robert Oppenheimer și-a îndreptat atenția către stelele neutronice, într-o lucrare de referință, nu a făcut nici măcar o trimitere la lucrările lui Zwicky, chiar dacă acesta lucrase ani de-a rândul la aceeași problemă, într-un birou de la celălalt capăt al coridorului. Deducțiile lui Zwicky referitoare la materia întunecată nu aveau să atragă atenția în mod serios vreme de încă patru decenii. Nu putem decât să presupunem că în acea perioadă a făcut o mulțime de flotări.

Atunci când ne îndreptăm privirea spre cer, în mod surprinzător, nu putem vedea decât o foarte mică parte a universului. De pe Pământ, nu sunt vizibile cu ochiul liber decât aproximativ șase mii de stele, iar numai circa două mii pot fi văzute dintr-un singur punct. Dacă folosești un binoclu, numărul de stele pe care le poți vedea dintr-un punct se ridică la circa cincizeci de mii, iar dacă ai un minitelescop de numai cinci centimetri, ajungi până la trei sute de mii. Dacă ai la dispoziție un telescop de patruzeci de centimetri, precum este cel pe care îl folosește Evans, începi să numeri galaxiile, nu doar stelele. De pe veranda lui, Evans aproximează că poate vedea între cincizeci de mii și o sută de mii de galaxii, fiecare conținând zeci de miliarde de stele. Firește, aceste numere impun respect, dar chiar și cu un inventar atât de bogat la dispoziție, supernovele sunt extrem de rare. O stea poate fi aprinsă miliarde de ani, dar moare o singură dată, foarte repede și numai câteva dintre aceste stele muribunde explodează. Majoritatea dispar pe tăcute, ca un foc de tabără la răsărit. Într-o galaxie obișnuită, care conține o sută de miliarde de stele, o supernovă va apărea în medie o dată la

fiecare două sau trei sute de ani. Prin urmare, căutarea unei supernove seamănă un pic cu a sta pe platforma de observare de pe Empire State Building cu un telescop și a căuta prin ferestrele din Manhattan în speranța de a găsi, de exemplu, o persoană care aprinde lumânările pe un tort aniversar.

De aceea, când un preot entuziast și cu voce blajină a intrat în legătură cu comunitatea astronomică să întrebe dacă există hărți viabile ale câmpurilor astrale pentru căutarea supernovelor, oamenii au crezut că era sărit de pe fix. La acel moment, Evans dispunea de un telescop de douăzeci și cinci de centimetri – o dimensiune apreciabilă pentru un căutător în stele amator, dar departe de genul de echipament cu care se fac cercetări cosmologice serioase – și se oferea să descopere unul dintre cele mai rare fenomene din univers. În întreaga istorie astronomică, înainte ca Evans să își înceapă căutările, în 1980, fuseseră descoperite mai puțin de șaizeci de supernove. (În momentul în care l-am vizitat eu, în august 2001, tocmai își înregistrase cea de-a treizeci și patra descoperire vizuală; a treizeci și cincea a urmat trei luni mai târziu, iar a treizeci și șasea la începutul anului 2003.)

Dar Evans s-a bucurat de câteva avantaje. Majoritatea observatorilor, la fel ca majoritatea populației în general, se află în emisfera nordică, prin urmare, mai ales la început, era aproape singur cu tot cerul la dispoziție. De asemenea, dispunea de viteză și de o memorie aproape de neînțeles. Telescoapele imense sunt greoaie, iar mare parte din timpul de folosire se pierde cu manevrarea lor, pentru a le aduce în poziția corectă. Evans își putea învârti micul lui telescop de patruzeci de centimetri ca un mitralior într-o luptă de bombardiere și nu îi lua mai mult de câteva secunde pentru a

cerceta un anumit punct de pe cer. În consecință, el putea să observe până la patru sute de galaxii într-o seară, în vreme ce un telescop imens, profesionist e norocos dacă vede cincizeci sau șaizeci.

În cea mai mare parte a timpului, căutarea supernovelor înseamnă să nu le găsești. Între 1980 și 1996, el a reușit în medie câte două descoperiri pe an – o recompensă nu tocmai generoasă pentru sutele de nopți de privit permanent. Odată, a descoperit trei în cincisprezece zile, dar altă dată au trecut și trei ani fără să descopere nimic.

— Chiar și faptul de a nu găsi nimic are o anumită valoare, mi-a spus el. Îi ajută pe cosmologi să calculeze viteza cu care evoluează galaxiile. Este una dintre acele rare situații în care absența dovezilor *este* o dovadă.

Pe o masă, lângă telescop, se aflau teancuri de hârtii și fotografii importante pentru căutările lui și mi-a arătat câteva dintre ele. Dacă v-ați uitat vreodată prin publicațiile de astronomie popularizată, și sunt sigur că ați făcut-o la un moment dat, probabil știți că, în general, sunt pline de fotografii luminoase, frumos colorate ale unor nebuloase îndepărtate și altele asemenea – nori luminați feeric de lumina celestă de o impresionantă și delicată splendoare. Imaginile cu care lucrează Evans sunt departe de așa ceva. Sunt doar fotografii alb-negru, neclare, cu mici puncte aureolate de strălucire. Una dintre cele pe care mi le-a arătat înfățișa un roi de stele din care se zărea palid o scânteie neglijabilă, pe care abia am reușit să o văd apropiindu-mi ochii de fotografie. Evans mi-a spus că era o stea dintr-o constelație numită Fornax, dintr-o galaxie cunoscută în astronomie drept NGC1365. (NGC este New General Catalogue

– Noul Catalog General – în care sunt înregistrate aceste fenomene. Cândva, el avea forma unei cărți voluminoase aflată pe un birou din Dublin; astăzi, se înțelege de la sine, este o bază de date.) Vreme de 60 de milioane de ani, lumina de la spectaculoasa dispariție a acestei stele a călătorit neîncetat prin spațiu până într-o noapte de august 2001, când a ajuns pe pământ sub forma unei adieri de radiație, o slabă sclipire pe cerul nopții. Și, firește, cel care a observat-o a fost Robert Evans de pe dealul lui cu miros de eucalipt.

— Ideea că lumina călătorește milioane de ani prin spațiu și, *exact* în momentul în care ajunge pe Pământ, cineva privește tocmai porțiunea potrivită de cer și o observă mie îmi aduce satisfacție, spune Evans. Pur și simplu mi se pare firesc ca un eveniment de o asemenea magnitudine să aibă martori.

Supernovele fac ceva mai mult decât să ne transmită un sentiment de uluire. Sunt de mai multe tipuri (unul dintre ele descoperit de Evans), iar dintre acestea, unul în mod special, cunoscut sub numele de supernova Ia, este important în astronomie, deoarece aceste supernove explodează întotdeauna în același fel, cu aceeași masă critică. Din acest motiv, pot fi folosite drept „lumânări-standard”^{*1} – un fel de cote de nivel în funcție de care se măsoară strălucirea (și, prin aceasta, distanța relativă) a altor stele și astfel se determină și viteza de expansiune a universului.

În 1987, Saul Perlmutter, de la Laboratorul Lawrence Berkeley din California, avea nevoie de mai multe supernove Ia decât îi ofereau observările vizuale și atunci a încercat să găsească o metodă mai sistematică de a le căuta. Perlmutter a născocit un sistem complicat, folosind computere sofisticate și cipuri CCD – în realitate, camere digitale foarte bune. Astfel s-a

automatizat vânătoarea de supernove. Acum telescoapele puteau face mii de fotografii și lăsa calculatorul să detecteze punctele luminoase relevante care marcau explozia unei supernove. În cinci ani, folosind noua tehnică, Perlmutter și colegii lui de la Berkeley au descoperit patruzeci și două de supernove. Acum chiar și amatorii descoperă supernove folosind camerele CCD.

— Folosind camerele CCD, poți să îndrepti telescopul către cer și apoi să te duci să te uiți la televizor, a spus Evans cu o urmă de mâhnire. Au eliminat tot romantismul.

L-am întrebat dacă se simțea tentat să adopte noua tehnologie.

— A, nu! mi-a replicat el. Îmi place prea mult ce fac eu. Și în plus – a arătat din cap spre fotografia cu cea mai recentă supernovă a sa și a zâmbit –, tot îi întrec uneori.

Întrebarea care se naște în mod firesc este următoarea: ce s-ar întâmpla dacă ar exploda o stea prin apropiere? Cel mai apropiat vecin stelar al nostru, după cum am văzut, este Alpha Centauri, la 4,3 ani-lumină depărtare. Îmi imaginasem că, dacă s-ar produce o explozie acolo, atunci am avea 4,3 ani în care să privim lumina acestui eveniment magnific traversând cerul, ca și cum ar curge dintr-o uriașă cutie răsturnată. Cum ar fi dacă am avea patru ani și patru luni pentru a urmări cum o catastrofă inevitabilă se îndreaptă către noi, știind că, atunci când în sfârșit va ajunge aici, ne va lua efectiv pielea de pe oase? Oare oamenii s-ar mai duce la muncă? Oare fermierii ar mai cultiva câmpul? Oare ar mai distribui cineva produsele în magazine?

Câteva săptămâni mai târziu, când m-am întors în orașelul din New Hampshire în care locuiesc, i-am pus aceste întrebări lui John Thorstensen, astronom la Colegiul Dartmouth.

— A, nu! mi-a spus el râzând. Vestea unui astfel de eveniment călătorește cu viteza luminii, dar la fel și efectul lui distrugător, așa că ai afla de el și ai muri din cauza lui în aceeași secundă. Dar nu-ți face griji, pentru că nu o să se întâmple.

Ca să fii omorât de suflul unei explozii de supernovă, mi-a explicat el, ar trebui să fii „ridicol de aproape” – probabil la mai puțin de zece ani-lumină ori chiar mai aproape. Pericolul l-ar reprezenta diferitele tipuri de radiații – raze cosmice și altele asemenea. Acestea ar produce aurore fabuloase, perdele sclipitoare de lumină fantomatică umplând întregul cer. Și acesta nu este un lucru bun. Tot ceea ce este suficient de puternic ca să declanșeze un asemenea spectacol ar putea foarte bine să distrugă magnetosfera, zona magnetică aflată mult deasupra Pământului care, în mod normal, ne protejează de razele ultraviolete și de alte asalturi cosmice. În lipsa magnetosferei, oricine ar avea ghinionul să iasă la soare ar căpăta imediat aspectul, să zicem, al unei pizze uitată în cuptor.

Motivul pentru care putem fi aproape siguri că un astfel de eveniment nu va avea loc în colțul nostru de galaxie, spune Thorstensen, este acela că, mai întâi, este nevoie de un anume gen de stele pentru a produce o supernovă. O stea cu acest potențial ar trebui să fie cel puțin de zece până la douăzeci de ori mai mare decât Soarele nostru, „or, nu există nici o stea cu dimensiunile cerute destul de aproape de noi. Universul, în mărinimia sa, este suficient de mare”. Cel mai apropiat

candidat probabil, adaugă el, este Betelgeuse, care, prin izbucnirile sale diverse, ne sugerează de ani de zile că acolo se întâmplă ceva interesant, că există o instabilitate. Dar Betelgeuse se află la 50.000 de ani-lumină depărtare.

De-a lungul istoriei, nu s-au înregistrat decât vreo șase supernove suficient de apropiate pentru a fi vizibile cu ochiul liber. Una a fost suflul din 1054 care a creat Nebuloasa Crabului. Alta, din 1604, a făcut o stea să strălucească suficient de puternic pentru a fi vizibilă în timpul zilei vreme de trei săptămâni. Cea mai recentă a avut loc în 1987, când o supernovă a scânteiat într-o zonă a cosmosului cunoscută sub numele de Marele Nor al lui Magellan, dar a fost prea puțin vizibilă, și numai în emisfera sudică – aflându-se la o distanță confortabilă de 169.000 de ani-lumină.

Supernovele sunt importante pentru noi și sub un alt aspect, cu siguranță foarte important. Fără ele, nu ne-am afla aici. Vă amintiți de enigma cosmologică cu care ne-am încheiat primul capitol – anume că Big Bang a creat o mulțime de gaze ușoare, dar niciun element greu. Acestea au apărut mai târziu, dar, o lungă perioadă, nimeni nu și-a putut da seama de *cauze*. Este nevoie de ceva foarte fierbinte – chiar mai fierbinte decât miezul celor mai fierbinți stele – pentru a produce carbon și fier, precum și celelalte elemente fără de care noi am fi supărător de imateriali. Supernovele ne-au oferit această explicație, iar cel care a înțeles-o a fost un cercetător englez cu un mod de a fi aproape la fel de ciudat ca al lui Fritz Zwicky.

Acesta era un bărbat din Yorkshire pe nume Fred Hoyle, care a murit în anul 2001; a fost descris într-un necrolog din

Nature drept „cosmolog și combativ” și, în mod cert, era și una, și alta. Potrivit necrologului din *Nature*, „a fost implicat până peste cap în controverse în cea mai mare parte a vieții sale” și „și-a pus numele pe o grămadă de maculatură”. De exemplu, a susținut fără dovezi că valoroasa fosilă a unui arheopterix de la Muzeul de Istorie Naturală era un fals după modelul păcălelii cu „Omul din Piltdown”, aducându-i la exasperare pe paleontologii muzeului, care au trebuit să petreacă zile la rând răspunzând telefoanelor jurnaliștilor din întreaga lume. De asemenea, credea că Pământul a primit din spațiu nu numai viața, ci și multe dintre bolile sale, cum ar fi ciuma bubonică și gripa, și a sugerat la un moment dat că, de-a lungul evoluției, oamenii au căpătat nasuri proeminente, cu deschizăturile nărilor orientate în jos, ca să împiedice agenții patogeni cosmici să cadă în ele.

Tot el a fost cel care a născocit sintagma „Big Bang” într-un moment de bună dispoziție, pentru o emisiune la radio din 1952. El a subliniat că nimic din cunoștințele noastre de fizică nu poate explica de ce, odată ce totul s-a reunit într-un punct, ar începe apoi brusc și dramatic să intre în expansiune. Hoyle se pronunța în favoarea unei teorii a stadiului stabil, în care universul se află în expansiune permanentă și creează continuu materie, pe măsură ce avansează. Hoyle și-a dat seama că, dacă stelele ar face implozie, ar elibera cantități enorme de căldură – o sută de milioane de grade sau mai mult, suficient pentru a începe să genereze elementele mai grele printr-un proces cunoscut sub numele de nucleosinteză. În 1957, în colaborare cu alții, Hoyle a demonstrat cum elementele mai grele s-au format prin exploziile supernovelor. Pentru această lucrare, W.A. Fowler, unul dintre colaboratorii

săi, a primit Premiul Nobel. Spre rușinea noastră, Hoyle nu a primit nimic.

Potrivit teoriei lui Hoyle, o stea care explodează poate genera suficientă căldură pentru a crea toate elementele noi și a le împrăști în cosmos, unde pot forma nori gazoși – mediul interstelar, cum este el cunoscut –, care, într-un final, se pot contopi în noi sisteme solare. Folosind noile teorii, a fost în sfârșit posibil să alcătuim scenarii plauzibile despre cum am ajuns noi aici. Ce credem noi că știm acum sunt următoarele:

Cu circa 4,6 miliarde de ani în urmă, un mare vârtej de gaz și praf, cu un diametru de 24 de miliarde de kilometri, s-a acumulat în spațiul în care suntem noi acum și a început să se compacteze. Practic, întreaga materie – 99,9% din masa sistemului solar – s-a adunat pentru a crea Soarele. Din materialul liber rămas, două firicele microscopice au plutit suficient de aproape unul de celălalt pentru a fi unite de forțele electrostatice. Acesta a fost momentul în care a fost concepută planeta noastră. Același lucru se întâmpla în întregul sistem solar incipient. Prin coliziunea firelor de praf, s-au creat grămezi tot mai mari. În cele din urmă, grămezile au devenit suficient de mari pentru a fi numite planetezimale. Și, pe măsură ce acestea se loveau unele de altele în coliziuni nesfârșite, se crăpau sau se fragmentau ori se recombinau în permutări aleatorii nesfârșite, din fiecare întâlnire ieșea un câștigător, iar unii dintre câștigători au crescut suficient de mari pentru a domina orbita în jurul căreia se deplasau.

Totul s-a întâmplat cu o rapiditate uimitoare. Se consideră că pentru a crește de la un mic roi de fire de praf la un pui de planetă cu diametrul de câteva sute de kilometri a fost nevoie numai de câteva zeci de mii de ani. În numai două sute de

milioane de ani, poate chiar mai puțin, Pământul a fost în bună parte format, deși era încă moale și bombardat constant de toată materia care încă plutea în jurul lui.

În acel moment, acum circa 4,4 miliarde de ani, un obiect de mărimea lui Marte a intrat în coliziune cu Pământul, spulberând suficient material pentru a forma o sferă-tovarășă, Luna. Se crede că, în numai câteva săptămâni, materialul aruncat s-a reasamblat într-un singur morman și, în mai puțin de un an, a format stânca rotundă care ne ține și acum companie. Majoritatea materialului selenar ar proveni din scoarța Pământului, nu din nucleul său, și de aceea Luna are atât de puțin fier, iar noi atât de mult. În treacăt fie spus, aproape întotdeauna teoria este prezentată ca fiind recentă, dar, de fapt, ea a fost propusă pentru prima dată în anii 1940 de Reginald Daly de la Harvard. Singurul lucru recent în legătură cu ea este acela că oamenii i-au acordat atenție.

Pe când Pământul avea doar circa o treime din dimensiunile sale finale, probabil că începuse deja să își formeze o atmosferă, în mare parte din dioxid de carbon, azot, metan și sulf. Cu greu am putea numi aceste lucruri dăătoare de viață și, totuși, din acest cocteil ucigător a luat naștere viața. Dioxidul de carbon este un gaz cu un puternic efect de seră și acesta era un lucru bun, pentru că Soarele era substanțial mai întunecat atunci. Dacă nu am fi beneficiat de efectul de seră, Pământul ar fi putut foarte bine să înghețe complet și permanent, iar viața nu ar fi avut niciodată de ce să se agațe. Dar, cumva, a reușit.

În următoarele 500 de milioane de ani, tânărul Pământ a continuat să fie bombardat fără încetare de comete, meteoriți și alte reziduuri galactice, care au adus apa cu care s-au

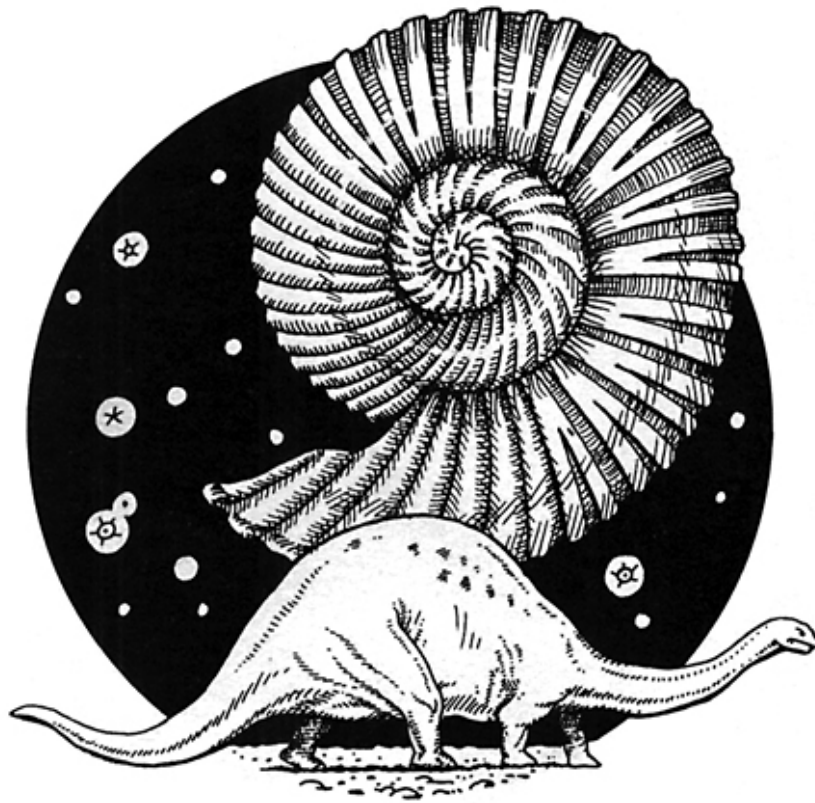
umplut oceanele și componentele necesare pentru formarea cu succes a vieții. Deși era un mediu de o ostilitate nemaiîntâlnită, viața a reușit cumva să își croiască drum. A fost de ajuns o smucitură, și o mână minuscule de substanțe chimice a prins viață. Noi eram pe drum.

Patru miliarde de ani mai târziu, oamenii au început să se întrebe cum s-au întâmplat toate acestea. Și exact despre asta e vorba în următoarea noastră poveste.

[*1](#) Obiect astronomic cu o luminozitate cunoscută (n.tr.).

Partea a II-a

Dimensiunile Pământului



„Natura și legile naturii stăteau ascunse în
noapte; Dumnezeu a spus: Să fie Newton!
și s-a făcut lumină.”

Alexander Pope, epitaf dedicat lui
Sir Isaac Newton

Capitolul 4

Măsura lucrurilor

Dacă ar trebui să alegem cea mai puțin veselă expediție științifică din toate timpurile, sunt sigur că s-ar găsi și altele mai rele decât expediția peruviană a Academiei Regale Franceze de Științe din 1735. Conduc de un hidrolog pe nume Pierre Bouguer și de un matematician-soldat pe nume Charles Marie de La Condamine, grupul de oameni de știință și aventurieri a călătorit în Peru în scopul de a triangula distanțele prin Anzi.

La acea vreme, devenise o modă ca pe oameni să îi lovească o dorință nestăpânită de a înțelege Pământul – de a afla cât de bătrân este și cât de mare, unde atârna în spațiu și cum a luat ființă. Scopul grupului francez era acela de a ajuta la soluționarea chestiunii referitoare la circumferința planetei, măsurând lungimea unui grad de meridian (a trei sute șazecea parte din circumferința planetei) pe o linie ce se întindea de la Yarouqui, în apropiere de Quito, până imediat dincolo de Cuenca, unde este acum Ecuadorul, o distanță de circa 320 km^{[*1](#)}.

Aproape imediat, lucrurile au început să meargă prost, uneori spectaculos de prost. În Quito, vizitatorii au reușit cumva să-i provoace pe localnici, așa încât au fost alungați din

oraș de o mulțime înarmată cu pietre. La puțin timp după aceea, doctorul expediției a fost asasinat într-o dispută pentru o femeie. Botanistul a luat-o razna. Alții au murit de febră sau în urma căzăturilor. Al treilea decan de vârstă, un bărbat pe nume Pierre Godin, a fugit cu o fată de treisprezece ani și nu a putut fi convins să se întoarcă.

La un moment dat, grupul a trebuit să își suspende lucrul vreme de opt luni, timp în care La Condamine a mers călare până la Lima ca să rezolve o problemă cu permisele. În cele din urmă, el și Bouguer nu și-au mai vorbit și au refuzat să mai lucreze împreună. Peste tot pe unde trecea, grupul decimat era întâmpinat cu cele mai mari suspiciuni de către oficialitățile cărora li se părea greu de crezut că o mână de oameni de știință francezi ar fi în stare să străbată jumătate de glob doar ca să măsoare lumea. Pentru ei, nu avea niciun sens. Două secole și jumătate mai târziu, întrebarea rămâne încă legitimă. De ce francezii nu și-au făcut măsurătorile în Franța, ca să se scutească de tot disconfortul și oboseala aventurii lor andine?

Răspunsul provine, pe de o parte, din aceea că oamenii de știință din secolul al XVIII-lea, și mai ales francezii, rareori alegeau calea cea mai simplă de a face ceva dacă aveau la dispoziție o alternativă absurd de solicitantă și, pe de altă parte, dintr-o problemă practică pe care o pusese prima dată astronomul englez Edmond Halley, cu mulți ani înainte – cu mult înainte ca Bouguer și La Condamine să fi visat la o călătorie în America de Sud și cu atât mai puțin să fi avut un motiv pentru aceasta.

Halley a fost o figură excepțională. Pe parcursul unei cariere lungi și proifice, a fost căpitan de vas, cartograf,

profesor de geometrie la Universitatea Oxford, controlor-adjunct la Monetăria Regală, astronomul casei regale și inventatorul unui clopot de scufundare la mare adâncime. A lăsat scrieri competente despre magnetism, valuri și mișcările planetelor și altele, pasionate, despre efectele opiului. A inventat harta meteorologică și tabelul actuarial, a propus metode pentru a determina vârsta Pământului și distanța de la el până la Soare, ba chiar a inventat o metodă practică pentru a păstra peștele proaspăt și în extrasezon. Un lucru pe care sigur nu l-a făcut a fost că nu a descoperit cometa care îi poartă numele. El doar și-a dat seama de următorul fapt: cometa pe care a văzut-o în 1682 era cea văzută și de alții în 1456, 1531 și 1607. Abia în 1758, la 16 ani după moartea lui, aceasta a devenit cometa Halley.

În ciuda tuturor reușitelor sale, este posibil ca cea mai mare contribuție a lui Halley la dezvoltarea cunoașterii umane să fi fost simpla participare la un pariu științific modest, alături de alte două distinse personalități ale timpului său: Robert Hooke, care cred că în prezent este recunoscut în principal drept prima persoană care a descris o celulă, și marele și impozantul Sir Christopher Wren, care, în realitate, a fost în primul rând astronom și apoi arhitect, deși astăzi aproape nimeni nu își mai amintește acest lucru. În 1683, Halley, Hooke și Wren luau cina la Londra, când conversația s-a oprit asupra mișcărilor obiectelor celeste. Se știa că planetele erau înclinate să orbiteze urmând o traiectorie ovală cunoscută drept elipsă – „o curbă specifică și foarte exactă”, ca să-l cităm pe Richard Feynman –, dar nu se știa de ce. Wren, generos, a oferit un premiu de patruzeci de șilingi

(echivalentul unui salariu pe două săptămâni) oricui găsea o explicație.

Hooke, renumit pentru obiceiul său de a-și asuma meritul pentru idei care nu erau neapărat ale lui, a pretins că el rezolvase deja problema, dar că refuza pe moment să o împărtășească pe motivul interesant și inventiv că le-ar fura celorlalți satisfacția de a descoperi ei înșiși răspunsul. În schimb, el avea să „o ascundă o vreme, astfel încât ceilalți să învețe să o aprecieze”. Nu există nicio dovadă că s-ar mai fi gândit vreodată la această chestiune. Însă pe Halley a început să îl macine ideea găsirii unui răspuns, într-atât încât, în anul următor, s-a dus la Cambridge și l-a căutat cu îndrăzneală pe Profesorul Lucasian de Matematică Isaac Newton, în speranța că va primi ajutor.

Newton era o figură ciudată – scriitor, fără îndoială, dar solitar, posomorât, țepos până la limita paranoicului, faimos pentru distracția lui (se spunea că dimineața, după ce își dădea picioarele jos din pat, rămânea atârnat ore în șir, imobilizat de avalanșa bruscă de gânduri din capul lui) și capabil de cele mai fascinante ciudățenii. Și-a făcut propriul laborator, primul de la Cambridge, dar apoi s-a lansat în cele mai ciudate experimente. Odată și-a introdus o sulă – un ac lung de genul celor folosite pentru a coase pielea – în orbita oculară și a învârtit-o „între ochi și os, cât de aproape de fundul ochiului am putut”, doar ca să vadă ce se putea întâmpla. În mod miraculos, nu s-a întâmplat nimic – cel puțin, nu cu efecte pe termen lung. Altă dată, s-a uitat la soare cât de mult a putut suporta, ca să vadă ce efect putea avea asupra vederii lui. Și, din nou, a scăpat fără efecte pe termen

lung, deși a trebuit să stea câteva zile într-o cameră întunecată, înainte ca ochii să-l ierte.

Însă deasupra tuturor acestor convingeri ciudate și trăsături excentrice se afla mintea unui geniu suprem care, chiar și atunci când lucra după metodele convenționale, vădea întotdeauna o tendință spre ciudățenie. Pe când era student, frustrat de limitările matematicii convenționale, a inventat o formă complet nouă, analiza matematică, dar nu a spus nimănui nimic despre ea vreme de douăzeci și șapte de ani. Și, la fel, a făcut cercetări în domeniul opticii, revoluționând înțelegerea noastră asupra luminii, și a pus bazele științei spectroscopiei, dar din nou a ales să păstreze rezultatele numai pentru sine vreme de trei decenii.

În ciuda minții sale strălucite, știința reală i-a ocupat doar o mică parte din aria de interes. Cel puțin jumătate din viața sa activă a fost închinată alchimiei și preocupărilor religioase bizare. Acestea nu erau doar activități superficiale, ci pasiuni în bună regulă. În secret, era adeptul unei secte periculos de eretice, numită arianism, a cărei principală teză era convingerea că nu exista Sfânta Treime (ca o ironie, Colegiul de la Cambridge unde lucra Newton se numea Trinity [Treime]). A petrecut nenumărate ore studiind planul parterului Templului pierdut al regelui Solomon din Ierusalim (iar pe parcurs a învățat singur ebraica, cea mai potrivită limbă pentru a cerceta textele originale), convins fiind că acesta conține indicii matematice referitoare la data celei de-a doua veniri a lui Hristos și a sfârșitului lumii. Nu mai puțin arzătoare era pasiunea lui pentru alchimie. În 1936, economistul John Maynard Keynes a cumpărat la o licitație un cufăr cu hârtii ale lui Newton și a descoperit cu uluire că

acestea erau dedicate în cea mai mare măsură nu opticii sau mișcărilor planetare, ci unei obsedante încercări de a transforma metalele inferioare în metale prețioase. În anii 1670, prin analiza unui fir de păr al lui Newton, s-a descoperit că acesta conținea mercur – un element de interes pentru alchimiști, pălărieri și fabricanții de termometre, dar nu și pentru altcineva – într-o concentrație de aproape patruzeci de ori mai mare decât nivelul natural. Așadar, cred că nu mai este de mirare de ce nu își amintea să se trezească dimineața.

Nu putem decât să ghicim ce aștepta Halley să obțină de la Newton atunci când i-a făcut o vizită neanunțată în august 1684. Dar, mulțumită unei relatări de mai târziu a uneia dintre confidenții lui Newton, Abraham DeMoivre, avem o consemnare a uneia dintre întâlnirile istorice din știință:

În 1684, doctorul Halley a venit să-l viziteze la Cambridge [și] după ce au petrecut ceva timp împreună doctorul l-a întrebat care crede că va fi curba descrisă de planete dacă forța de atracție față de Soare este invers proporțională cu pătratul distanței față de acesta.

Era o referire la o chestiune din matematică, legea invers proporționalității, despre care Halley era convins că reprezintă cheia explicației, deși nu știa exact în ce fel.

Sir Isaac a răspuns imediat că trebuie să fie o [elipsă]. Doctorul, bucuros și uimit, l-a întrebat de unde știe. „Păi”, a răspuns el, „am calculat-o”, iar doctorul Halley i-a cerut calculele pe loc. Sir Isaac le-a căutat printre hârtii, dar nu le-a găsit.

Era un lucru nemaiauzit – ca și cum cineva ar spune că a găsit leacul pentru cancer, dar nu își amintește unde a pus formula. La presiunile lui Halley, Newton a fost de acord să refacă toate calculele și să le pună într-o lucrare. S-a ținut de promisiune, ba chiar a făcut mult mai mult. S-a retras vreme de doi ani pentru gândire și calcule intensive și și-a scris pe larg capodopera: *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, sau *Principiile matematice ale filosofiei naturii*, cunoscută mai ales sub numele de *Principii*.

Din vreme în vreme, de câteva ori în istorie, o minte omenească dă naștere unei observații atât de precise și de neașteptate, încât oamenii nu se pot hotărî ce este mai uluitor: faptul în sine sau faptul că cineva s-a gândit la el. Apariția *Principiilor* a fost unul dintre acele momente. Newton a devenit faimos peste noapte. Tot restul vieții sale a fost copleșit cu lauri și onoruri, devenind, printre multe altele, prima persoană din Marea Britanie ridicată la rangul de cavaler pentru realizări științifice. Până și marele matematician german Gottfried von Leibniz, cu care Newton a avut o lungă dispută aprinsă pentru întâietatea în inventarea analizei matematice, a echivalat contribuția lui Newton în domeniu cu toate cunoștințele acumulate înaintea lui. „Niciun alt muritor nu s-ar putea apropia atât de zei”, a scris Halley dintr-un sentiment care și-a găsit un ecou infinit printre contemporani și mulți alții de atunci încolo.

Deși a fost numită „una dintre cele mai inaccesibile cărți scrise vreodată” (Newton a făcut-o intenționat atât de grea, astfel încât să nu fie sâcâit de „pseudosavanții” matematicii, după cum îi numea el), lucrarea reprezenta un far călăuzitor

pentru cei care puteau să o urmărească. Nu numai că explica matematic orbitele corpurilor cerești, ci identifica și forța de atracție care le pune în mișcare de la bun început: forța gravitațională. Brusc, toate mișcările din Univers căpătau sens.

La baza *Principiilor* se aflau cele trei legi ale mișcării ale lui Newton (care afirmă cu îndrăzneală că un lucru se mișcă în direcția în care este împins; că acesta continuă să se miște în linie dreaptă până când o altă forță acționează ca să-l încetinească sau să îi schimbe direcția; și că fiecare acțiune are o reacțiune egală și opusă) și legea universală a gravitației. Aceasta susține că fiecare obiect din univers exercită o atracție asupra restului obiectelor. Poate că nu este evident, dar, în această clipă, de acolo de unde stați, atrageți tot ce se află în jur – pereți, tavan, lampă, pisică – spre dumneavoastră cu propriul câmp gravitațional mic (chiar foarte mic). Iar aceste lucruri vă atrag la rândul lor. Newton a fost primul care și-a dat seama că atracția dintre două obiecte este, ca să-l cităm din nou pe Feynman, „proporțională cu masa fiecăruia și variază invers proporțional cu pătratul distanței dintre ele”. Altfel spus, dacă distanța dintre două obiecte se dublează, atracția dintre ele devine de patru ori mai slabă. Aceasta se poate exprima prin formula:

$$F = G \frac{Mm}{r^2}$$

care firește că depășește cu mult orice aplicabilitate practică de care ar avea nevoie mulți dintre noi, dar putem măcar aprecia că este o exprimare elegantă și compactă. Câteva înmulțiri scurte, o împărțire simplă și gata, îți cunoști exact

poziția gravitațională oriunde te-ai duce. A fost prima lege a naturii cu adevărat universală expusă vreodată de o minte omenească și acesta este motivul pentru care Newton este privit peste tot în lume cu atât de mult respect.

Apariția *Principiilor* nu a fost lipsită de drame. Spre oroarea lui Halley, când lucrarea era aproape terminată, a început o dispută între Newton și Hooke în privința întâietății în descoperirea legii invers proporționalității, iar Newton a refuzat să publice cel de-al treilea volum, esențial, fără de care primele două nu aveau prea mult sens. Într-un târziu, după frenetice târguieli diplomatice și valuri de complimente dintre cele mai generoase, Halley a reușit să smulgă îndărătnicului profesor volumul de încheiere.

Dar traumele lui Halley încă nu se sfârșiseră. Academia Regală promisese să publice lucrarea, dar acum dădea înapoi, pe motiv de strâmtoări financiare. Cu un an înainte, ea finanțase publicarea unui costisitor și răsunător eșec de piață, numit *The History of Fishes (Istoria speciilor de pești)*, și presupunea că piața era departe de a-și dori cu fervoare o carte despre principii matematice. Halley, care nu dispunea de mari mijloace financiare, a plătit din propriul buzunar publicarea cărții. Ca de obicei, Newton nu a contribuit cu nimic. Pentru ca lucrurile să stea și mai prost, în acel moment Halley, care tocmai acceptase poziția de secretar al academiei, a fost anunțat că aceasta nu își mai permitea să-i plătească salariul promis, de cincizeci de lire pe an. În schimb, avea să fie plătit cu exemplare din *Istoria speciilor de pești*.

Legile lui Newton explicau atât de multe lucruri – ridicarea și spargerea valurilor oceanului, mișcările planetelor, de ce

proiectilele de tun urmează o anumită traiectorie înainte să se izbească de pământ explodând, de ce noi nu suntem aruncați în spațiu atunci când planeta de sub noi se învâрте cu sute de kilometri pe oră^{*2} –, încât a durat ceva până când lumea a înțeles toate implicațiile lor. Una dintre revelații s-a transformat aproape imediat într-o controversă.

Aceasta era ideea că Pământul nu este chiar rotund. Potrivit teoriei lui Newton, forța centrifugă provocată de rotirea Pământului ar trebui să determine o ușoară aplatizare la poli și o bombare la ecuator și de aceea planeta ar trebui să fie ușor turtită. Aceasta însemna că lungimea arcului de un grad de meridian în Italia nu este aceeași ca în Scoția. Mai exact, aceasta se scurtează pe măsură ce te îndepărtezi de poli. Vestea nu era prea bună pentru cei care măsurau planeta pornind de la premisa că era o sferă perfectă, aceia fiind... toată lumea.

Vreme de o jumătate de secol, oamenii încercaseră să stabilească dimensiunea Pământului, în mare parte prin măsurători de mare precizie. Una dintre primele încercări a aparținut unui matematician englez pe nume Richard Norwood. În tinerețe, Norwood călătorise în Bermude cu un clopot de scufundare după modelul instrumentului inventat de Halley, cu intenția de a face avere adunând perle de pe fundul mării. Planul a eșuat pentru că nu existau perle și, oricum, clopotul lui Norwood nu a funcționat, dar el nu era omul care să irosească o ocazie. La începutul secolului al XVII-lea, Bermudele erau faimoase printre căpitani de vase ca fiind greu de localizat. Oceanul era prea mare, Bermudele prea mici, iar instrumentele de navigație care trebuiau să împace această disparitate erau complet nepotrivite. Nici

măcar nu se căzuse încă de acord asupra lungimii milei nautice. Pe întinderea oceanului, cele mai mici erori de calcul se amplificau, astfel încât, de multe ori, navele ratau ținte de mărimea Bermudelor cu marje exasperant de mari. Norwood, a cărui primă pasiune fusese trigonometria, și deci unghiurile, a decis să introducă puțină rigoare matematică în navigație și, în acest scop, s-a hotărât să calculeze lungimea arcului unui grad de meridian.

El și-a ales ca punct de pornire Turnul Londrei, apoi a dedicat doi ani unui marș de 335 de kilometri spre nord, către York, întinzând și măsurând repetat un lanț pe măsură ce avansa, făcând concomitent cele mai meticuloase ajustări pentru ridicăturile și adânciturile pământului și șerpuirile drumului. Ultimul pas era măsurarea unghiului sub care cădea soarele la York în același moment al zilei și în aceeași zi a anului ca atunci când își făcuse prima măsurătoare la Londra. Prin aceasta, el a considerat că poate determina lungimea unui grad de meridian al Pământului și calcula astfel distanța în jurul întregului Pământ. Era o sarcină aproape caraghios de ambițioasă – o greșeală reprezentând cea mai mică fracțiune a unui grad ar fi produs o eroare de kilometri întregi –, dar, în realitate, așa cum a proclamat Norwood cu mândrie, a avut dreptate „până la o azvârlitură de băț” – sau, mai exact, la mai puțin de circa cinci sute cincizeci de metri. În sistemul metric, a ajuns la cifra de 110,72 de kilometri pe grad de arc.

În 1637 a fost publicată marea lucrare despre navigație a lui Norwood, *The Seaman's Practice (Experiența unui marinar)*, care și-a găsit ecouri imediate. A avut șaptesprezece ediții și era încă pe piață la douăzeci și cinci de ani după moartea lui.

Norwood s-a întors în Bermude cu familia, unde a devenit un plantator de succes și și-a dedicat ceasurile de repaus primei sale iubiri, trigonometria. A mai trăit acolo treizeci și opt de ani și mi-ar face plăcere să spun că în acest interval s-a bucurat de fericire și de adulație. În realitate, nu a fost așa. La traversarea oceanului din Anglia, cei doi fii ai săi au fost cazați într-o cabină cu reverendul Nathaniel White și, cumva, au reușit atât de bine să îl traumatizeze pe tânărul vicar, încât acesta și-a dedicat o bună parte a carierei sale ulterioare eforturilor de a-l persecuta pe Norwood prin orice metodă, oricât de meschină, care îi trecea prin cap.

Cele două fiice ale lui Norwood i-au provocat tatălui supărări în plus, prin căsătoriile nepotrivite pe care le-au făcut. Unul dintre soți, probabil instigat de vicar, a depus în mod repetat plângeri minore în instanță împotriva lui Norwood, provocându-i exasperarea și obligându-l să traverseze de mai multe ori insulele pentru a se apăra. Într-un târziu, prin anii 1650, în Bermude au ajuns procesele împotriva vrăjitoriei, iar Norwood și-a petrecut ultimii ani din viață într-o permanentă teamă ca nu cumva lucrările sale despre trigonometrie să fie luate drept mijloace de comunicare cu diavolul, din cauza simbolurilor lor misterioase, și să fie condamnat la o groaznică execuție. Se cunosc atât de puține despre Norwood, încât ar fi posibil ca în realitate să își fi meritat nefericirea din anii de bătrânețe. Însă sigur este faptul că a fost nefericit.

În acest timp, moda preocupării pentru determinarea circumferinței Pământului a trecut în Franța. Acolo, astronomul Jean Picard a inventat o metodă impresionant de complicată de triangulare, care presupunea cvadrante,

ceasuri cu pendule, sectoare ale zenitului și telescoape (pentru a urmări mișcările lunilor lui Jupiter). După doi ani de deplasări greoaie și triangulări prin Franța, în 1669 el a anunțat că a ajuns la o măsurătoare mai exactă, de 110,46 de kilometri pe grad de arc. Acesta a reprezentat un motiv de mare mândrie pentru Franța, dar pornea de la premisa că Pământul era o sferă perfectă – iar Newton spunea acum că lucrurile nu stăteau așa.

Pentru a complica și mai tare problema, după moartea lui Picard, echipa formată din Giovanni și Jacques Cassini, tată și fiu, a repetat experimentele lui Picard pe o arie mai largă și a ajuns la niște rezultate care sugerau că Pământul era mai bombat nu la ecuator, ci la poli – cu alte cuvinte, că era exact pe dos față de cum spusese Newton. Din acest motiv, Academia de Științe s-a văzut obligată să îi trimită pe Bouguer și pe La Condamine în America de Sud să facă noi măsurători.

Au ales Anzii pentru că aveau nevoie de măsurători aproape de ecuator, pentru a determina dacă exista cu adevărat o diferență de sfericitate și pentru că au considerat că munții le-ar putea oferi o bună vizibilitate. În realitate, munții din Perú erau pierduți în nori aproape tot timpul, iar echipa trebuia de multe ori să aștepte săptămâni la rând pentru o oră de vizibilitate bună. În plus, aleseseră unul dintre terenurile cele mai dificile, aproape imposibile, de pe Pământ. Peruanii vorbesc despre peisajul lor ca fiind *muy accidentado* – „foarte accidentat” – și cu siguranță așa este. Francezii nu numai că au trebuit să escaladeze unii dintre cei mai dificili munți din lume – munți care au învins până și catârii –, dar, ca să ajungă la ei, au trebuit să traverseze râuri vijelioase, să își croiască drum prin junglă și să străbată kilometri întregi de

deșert înalt, stâncos, în marea sa majoritate nemarcat pe hărți și departe de orice sursă de aprovizionare. Dar Bouguer și La Condamine aveau o tenacitate ieșită din comun și s-au ținut de sarcina lor vreme de nouă ani și jumătate, ani lungi, aspri și bătuți de soare. Cu puțin timp înainte de încheierea proiectului, a ajuns la ei vestea că o a doua echipă franceză ce desfășura măsurători în nordul Scandinaviei (și se confrunta, la rândul ei, cu dificultăți notabile specifice, de la împotmolirile în mlaștini la periculoasele blocuri de gheață plutitoare) descoperise că un grad era de fapt mai lung în apropierea polilor, așa cum afirmase Newton. Pământul era cu 43 de kilometri mai pântecos atunci când era măsurat la ecuator decât atunci când era măsurat de sus până jos, în jurul polilor.

Bouguer și La Condamine și-au petrecut astfel aproape un deceniu muncind pentru un rezultat pe care nu doreau să-l afle, numai ca să își dea seama la final că nici măcar nu erau primii care l-au descoperit. Și-au încheiat fără nicio tragere de inimă cercetarea, care a confirmat că prima echipă franceză avea dreptate. Apoi, tot fără să își vorbească, s-au întors pe coastă, de unde au luat nave separate către casă.

O altă descoperire a lui Newton, inclusă în *Principii*, a fost aceea că un fir cu plumb atârnat în apropierea unui munte se va înclina ușor către acesta, sub influența masei gravitaționale a muntelui și a Pământului. Aceasta reprezenta mai mult decât o simplă curiozitate. Dacă se măsoară corect devierea și se calculează masa muntelui, se putea calcula constanta gravitațională universală – adică valoarea de bază a forței

gravitaționale cunoscută drept G – și, împreună cu ea, masa Pământului.

Bouguer și La Condamine încercaseră acest lucru cu muntele Chimborazo din Perú, dar fuseseră învinși atât de dificultățile tehnice, cât și de neînțelegerile dintre ei, astfel încât noțiunea a rămas în așteptare încă treizeci de ani, până când a fost resuscitată în Anglia de Nevil Maskelyne, astronomul casei regale. Într-o cunoscută carte de Dava Sobel, *Longitude (Longitudine)*, Maskelyne este prezentat drept un prostănac și un răutăcios, pentru că nu a apreciat geniul ceasornicarului John Harrison. Se prea poate să fi fost așa, dar noi îi suntem profund îndatorați din alte motive nementionate în cartea ei, dintre care formula lui reușită pentru cântărirea Pământului nu este tocmai neînsemnată.

Maskelyne și-a dat seama că secretul pentru rezolvarea problemei consta în găsirea unui munte cu o formă suficient de regulată pentru a i se putea calcula masa. La cererea sa expresă, Academia Regală a fost de acord să angajeze o persoană de încredere care să facă turul insulelor britanice pentru a vedea dacă se putea găsi un astfel de munte. Maskelyne cunoștea persoana potrivită – astronomul și observatorul Charles Mason. Maskelyne și Mason deveniseră prieteni cu unsprezece ani înainte, pe când erau implicați într-un proiect de măsurare a unui eveniment astronomic de mare importanță: tranzitul planetei Venus peste discul Soarelui. Neobositul Edmond Halley sugerase cu mulți ani înainte că, dacă se măsoară una dintre aceste treceri din anumite puncte de pe Pământ, se pot folosi principiile triangulării pentru a calcula distanța de la Pământ la Soare și, de aici, pentru a

forma un etalon în măsurarea distanțelor față de toate celelalte corpuri din sistemul solar.

Din nefericire, tranziturile lui Venus, așa cum le cunoaștem noi, sunt neregulate. Vin în pereche, la distanță de opt ani, dar pot lipsi apoi un secol și mai bine, și nu a existat niciunul în timpul vieții lui Halley^{*3}. Dar ideea a dospit și, când s-a apropiat data calculată pentru tranzit, în 1761, la aproape două decenii după moartea lui Halley, lumea științifică era pregătită – ba chiar mai pregătită decât fusese vreodată pentru un eveniment astronomic.

Animați de înclinația spre calvar care a caracterizat acea epocă, oamenii de știință au pornit către mai bine de o sută de puncte de pe suprafața globului: Siberia, China, Africa de Sud, Indonezia și pădurile din Wisconsin, printre multe altele. Franța a trimis treizeci și doi de observatori, Marea Britanie alți optsprezece și mulți alții au pornit din Suedia, Rusia, Italia, Germania, Irlanda și din alte locuri.

A fost prima cooperare internațională într-o misiune științifică și, aproape peste tot, ea a întâmpinat obstacole. Mulți observatori au fost deturnați de războaie, boli sau naufragii. Alții au ajuns la destinații, dar, când și-au deschis cutiile, și-au găsit echipamentul fărâmat sau deformat de căldura tropicală. Încă o dată, Franța părea sortită să dea participanții cu cel mai memorabil ghinion. Jean Chappe a călătorit luni de zile către Siberia în trăsură, barcă și sanie, având grijă de delicatele sale instrumente la trecerea peste fiecare obstacol periculos, numai ca să descopere că ultima etapă, vitală, era impracticabilă din cauza râurilor umflate ca urmare a unor ploi de primăvară neobișnuit de abundente, pentru care localnicii l-au învinuit imediat pe el, după ce l-au

văzut că îndreaptă instrumente ciudate către cer. Chappe a reușit să scape cu viață, dar fără niciun fel de măsurători valide.

Încă și mai ghinionist a fost Guillaume le Gentil, ale cărui experiențe sunt excelent rezumate de Timothy Ferris în *Coming of Age in the Milky Way (Maturizarea în Calea Lactee)*. Le Gentil a pornit din Franța cu un an înainte de momentul important, ca să observe tranzitul din India, dar, din cauza diferitelor obstacole, în ziua tranzitului el era încă pe mare – cel mai nefericit loc în care se putea afla, deoarece măsurătorile sigure sunt imposibile pe o navă care se leagănă.

Fără să se lase descurajat, Le Gentil și-a continuat drumul către India în așteptarea următorului tranzit, din 1769. Cum a avut opt ani la dispoziție să se pregătească, a ridicat o stație de observare de prima mână, și-a testat și retestat instrumentele și a adus totul într-o stare perfectă, în așteptare. În dimineața celui de-al doilea tranzit, la 4 iunie 1769, era senin, dar exact atunci când Venus și-a început trecerea, un nor a trecut prin fața Soarelui și a rămas acolo aproape pe toată perioada derulării fenomenelor, adică trei ore, paisprezece minute și șapte secunde.

Plin de stoicism, Le Gentil și-a împachetat instrumentele și a pornit către cel mai apropiat port, dar pe drum s-a îmbolnăvit de dizenterie și a trebuit să facă o oprire de aproape un an de zile. Încă slăbit, a reușit în cele din urmă să ajungă pe o navă. În urma unei furtuni, aproape că a naufragiat pe coasta Africii. Când în sfârșit a ajuns acasă, la unsprezece ani și jumătate de la plecare și fără să fi aflat nimic, a descoperit că rudele îl declaraseră mort în absență și, pline de entuziasm, îl jefuiseră de toată averea.

Prin comparație cu toate acestea, dezamăgirile pe care le-au trăit cei optsprezece observatori plecați spre colțurile lumii din Marea Britanie au fost blânde. Mason s-a trezit că face echipă cu un tânăr observator numit Jeremiah Dixon și se pare că s-au înțeles destul de bine, de vreme ce au legat un parteneriat de durată. Aveau instrucțiuni să ajungă în insula Sumatra și să urmărească tranzitul de acolo, dar, după numai o noapte petrecută pe mare, nava lor a fost atacată de o fregată franceză. (Deși oamenii de știință se aflau într-un climat de cooperare internațională, națiunile lor nu le împărtășeau atitudinea.) Mason și Dixon au trimis o notă Academiei Regale, cu observația că mărilor păreau îngrozitor de periculoase și cu întrebarea dacă nu cumva ar trebui să se renunțe la toată aventura. Ca răspuns, au primit o admonestare rece și aspră, în care se spunea că fuseseră deja plătiți, că țara și comunitatea științifică își puneau nădejdea în ei și că, dacă renunțau la călătorie, reputațiile aveau să le fie iremediabil distruse. Astfel chinuiți, și-au continuat drumul pe mare, dar între timp au aflat vestea că Sumatra căzuse în mâinile francezilor, așa că au observat tranzitul, fără rezultate concludente, de la Capul Bunei Speranțe. În drum către casă, s-au oprit pe Sfânta Elena, singuraticul afloriment din mijlocul Atlanticului, unde s-au întâlnit cu Maskelyne, ale cărui observații fuseseră zădărnicate de nori. Mason și Maskelyne au legat o prietenie trainică și au petrecut câteva săptămâni fericite și poate chiar de un oarecare folos înregistrând mareele.

La puțin timp după aceea, Maskelyne s-a întors în Anglia, unde a devenit astronom al Casei Regale, iar Mason și Dixon – acum în mod evident ceva mai temperați – au pornit într-o

lungă și adesea periculoasă călătorie de patru ani, într-o cercetare de-a lungul a trei sute nouăzeci și trei de kilometri prin periculoasa sălbăticie americană, pentru a rezolva o dispută în privința graniței între William Penn și Lord Baltimore, respectiv între coloniile lor, Pennsylvania și Maryland. A rezultat faimoasa linie Mason-Dixon care mai târziu a căpătat semnificația simbolică de linie ce despărțea statele sclavagiste de statele libere. (Deși principala lor sarcină era stabilirea liniei, au participat și la câteva studii astronomice, stabilind una dintre cele mai exacte măsurători ale unui grad de meridian din acel secol – o reușită care le-a adus mult mai multă faimă în Anglia decât rezolvarea unei dispute pentru graniță dintre doi aristocrați răsfățați.)

În Europa, Maskelyne și omologii săi germani și francezi au fost nevoiți să tragă concluzia că măsurătorile tranzitului din 1761 au fost în esență un eșec. Ironia vine din existența prea multor observații care, adunate laolaltă, se dovedeau de multe ori contradictorii și imposibil de coroborat. Norocul unei înregistrări reușite a tranzitului lui Venus i-a revenit în schimb unui prea puțin cunoscut căpitan de vas din Yorkshire, pe nume James Cook, care l-a urmărit în 1769 de pe un vârf de deal însorit din Tahiti și apoi a explorat Australia și a revendicat-o în numele coroanei britanice. La întoarcerea sa, existau suficiente informații pentru ca astronomul francez Joseph Lalande să calculeze distanța aproximativă de la Pământ la Soare ca fiind puțin peste 150 de milioane de kilometri. (Două tranzituri ulterioare din secolul al XIX-lea le-au permis astronomilor să stabilească cifra la 149,59 de milioane de kilometri, rămasă valabilă până astăzi. Acum știm

că distanța exactă este de 149,597870691 milioane de kilometri.) În sfârșit, Pământul avea o poziție în spațiu.

*

Cât despre Mason și Dixon, aceștia s-au întors în Anglia ca niște eroi ai științei și, din motive necunoscute, au renunțat la parteneriatul lor. Având în vedere frecvența cu care au participat la evenimentele științifice din secolul al XVIII-lea, se știe remarcabil de puține lucruri despre fiecare dintre ei. Nu există portrete, iar referințele scrise sunt foarte puține. În mod inexplicabil, *Dictionary of National Biography* (*Dictionarul biografilor naționale*) notează despre Dixon: „Se spune că s-a născut într-o mină de cărbune”, dar lasă în seama cititorului să inventeze explicații plauzibile asupra circumstanțelor, adăugând că a murit în 1777 la Durham. Cu excepția numelui și a îndelungatei legături cu Mason, nu se mai știe nimic altceva.

Nici situația lui Mason nu se distinge prin limpezime. Știm că în 1772, la solicitarea lui Maskelyne, a acceptat misiunea de a găsi un munte potrivit pentru experimentul devierii gravitaționale și, după un timp, a venit cu răspunsul că muntele de care aveau nevoie se afla în regiunea centrală a Munților Highlands din Scoția, puțin mai sus de Loch Tay, și se numea Schiehallion. Însă nimic nu l-a putut determina să își petreacă o vară cu observarea acestuia. Nu s-a mai întors niciodată pe teren. Următoarea sa mișcare cunoscută a fost în 1786, când, brusc și misterios, a apărut la Philadelphia împreună cu soția și cei opt copii, pare-se în pragul mizeriei. Nu mai fusese în America după încheierea studiului său, cu

optsprezece ani înainte, și nu se poate bănuî niciun motiv pentru care s-ar fi aflat acolo, dat fiind că nu avea prieteni sau angajatori care să-l aștepte. A murit câteva săptămâni mai târziu.

Cum Mason a refuzat să studieze muntele, sarcina a rămas în seama lui Maskelyne. Așa că, în vara anului 1774, Maskelyne a trăit vreme de patru luni într-un cort, într-o vâlcea îndepărtată din Scoția, și și-a petrecut timpul conducând o echipă de cercetători, făcând sute de măsurători din toate pozițiile posibile. Pentru a se calcula masa muntelui pornind de la toate acele numere, era nevoie de o mulțime de calcule plicticoase, iar pentru aceasta a fost angajat un matematician pe nume Charles Hutton. Cercetătorii au umplut o hartă cu zeci de cifre, fiecare marcând înălțimea într-un anume punct de pe sau din jurul muntelui. Practic, nu erau nimic altceva decât o mulțime de numere confuze, dar Hutton a observat că putea folosi un creion pentru a uni punctele de înălțimi egale, moment în care totul devenea mult mai ordonat. Și, într-adevăr, se putea obține imediat o imagine de ansamblu a formei și înclinației muntelui. Și așa a inventat el liniile de contur.

Prin extrapolarea măsurărilor de pe Schiehallion, Hutton a calculat masa Pământului la cinci mii de milioane de milioane de tone. Pornind de la aceasta, se puteau deduce, cu o exactitate rezonabilă, masele tuturor celorlalte corpuri importante din sistemul solar, inclusiv a Soarelui. Așadar, în urma acestui unic experiment, am aflat masa Pământului, a Soarelui, a Lunii, a celorlalte planete și a lunilor *lor* și am obținut pe deasupra liniile de contur, ceea ce nu sună rău pentru o vară de muncă.

Însă nu toată lumea a fost mulțumită de rezultate. Experimentul de pe Schiehallion avea un neajuns, anume acela că nu se putea obține o cifră cu adevărat corectă fără a cunoaște densitatea reală a muntelui. Din rațiuni de calcul, Hutton a presupus că muntele avea aceeași densitate cu piatra obișnuită, de circa două ori și jumătate mai mare decât cea a apei, dar aceasta nu însemna nimic mai mult decât o aproximare.

Și iată că unul dintre cei care s-au preocupat de această problemă a fost un paroh, pe numele său John Michell, care locuia în Thornhill, un sătuc singuratic din Yorkshire, o persoană de la care nu te-ai fi așteptat la un astfel de interes. În ciuda condiției sale diferite și, prin comparație, umile, Michell a fost una dintre marile minți științifice ale secolului al XVIII-lea, profund respectat pentru aceasta.

Printre multe altele, el și-a dat seama de natura ondulatorie a cutremurelor de pământ, a desfășurat numeroase cercetări originale legate de magnetism și de gravitație și, un fapt extraordinar, a prevăzut posibilitatea existenței găurilor negre cu două sute de ani înaintea oricui altcuiva – un salt pe care nici măcar Newton nu l-a putut face. Atunci când muzicianul de origine germană William Herschel a hotărât că adevărata pasiune a vieții sale era astronomia, Michell a fost cel căruia i s-a adresat pentru a primi instrucțiuni despre construirea unui telescop, o amabilitate pentru care știința planetară îi va rămâne profund îndatorată pentru totdeauna^{*4}.

Dar, dintre toate realizările lui Michell, niciuna nu a fost mai ingenioasă și nu a produs un impact mai mare decât mașina pe care a inventat-o și a construit-o pentru a măsura

masa Pământului. Din nefericire, a murit înainte să poată desfășura experimentele, iar ideea și echipamentul au fost trecute în seama unui om de știință londonez genial, dar de o nemaiîntâlnită timiditate, pe nume Henry Cavendish.

Cavendish este el însuși o carte. Născut într-o familie privilegiată – bunicii lui erau duci de Devonshire și, respectiv, de Kent –, a fost cel mai talentat om de știință englez al epocii sale, dar și cel mai ciudat. Potrivit unuia dintre cei câțiva biografi ai săi, suferea de timiditate „în asemenea măsură, încât aproape friza patologicul”. Pentru el, orice contact uman era un motiv de profund disconfort.

Odată, a deschis ușa casei și a găsit pe treptele de la intrare un admirator austriac, abia sosit de la Viena. Foarte încântat, austriacul a început să înșire laude fără sfârșit. Vreme de câteva minute, Cavendish a primit complimentele de parcă ar fi fost lovituri cu un obiect contondent și apoi, incapabil să le mai țină piept, a fugit pe alee, lăsând ușa de la intrare larg deschisă. Au trecut ore bune până când a putut fi ademenit să se întoarcă pe proprietatea sa. Chiar și cu menajera comunica numai prin scrisori.

Iar dacă uneori se aventura în societate – era un adept devotat al seratelor științifice săptămânale găzduite de marele naturalist Sir Joseph Banks –, întotdeauna li se explica limpede celorlalți oaspeți că sub niciun motiv nu îl puteau aborda pe Cavendish, ba nici măcar nu se puteau uita la el. Cei care doreau să-i ceară părerea erau sfătuiți să se apropie de el ca din întâmplare și să „vorbească în gol, cum s-ar spune”. Dacă observațiile lor aveau vreo valoare științifică, se puteau aștepta să primească un răspuns mormăit, dar de cele mai multe ori auzeau un chițăit exasperat (se pare că vocea lui

avea un timbru ascuțit), iar când se întorceau, îi întâmpina cu adevărat golul, în vreme ce Cavendish putea fi zărit refugiindu-se într-un colț mai liniștit.

Averea sa și înclinațiile spre solitudine i-au permis să își transforme casa din Clapham într-un imens laborator, în care putea călători netulburat prin toate colțurile științei fizicii – electricitate, căldură, gaze și tot ce avea de-a face cu compoziția materiei. În cea de-a doua jumătate a secolului al XVIII-lea, oamenii cu înclinații științifice au devenit din ce în ce mai interesați de proprietățile fizice ale lucrurilor fundamentale – în special gazele și electricitatea – și au început să cerceteze ce puteau face cu ele, de multe ori dând dovadă mai mult de entuziasm decât de rațiune. În America, a rămas faimoasă isprava lui Benjamin Franklin, care și-a riscat viața înălțând un zmeu pe furtună, printre tunete și fulgere. În Franța, un chimist pe nume Pilatre de Rozier a testat inflamabilitatea hidrogenului inhalând o gură zdravănă din acest gaz și suflând-o peste o flacără deschisă, ceea ce a dovedit pe dată că hidrogenul este într-adevăr un combustibil exploziv, dar și că sprâncenele nu sunt neapărat o prezență permanentă pe chipul omului. În ceea ce-l privește pe Cavendish, a desfășurat la rândul-i experimente în care subiectul era el însuși; se supunea unor șocuri electrice de intensitate tot mai mare, notând cu sârguință nivelurile crescânde de suferință, până când pana îi aluneca din mână, ba chiar, uneori, aluneca și el în inconștiență.

În decursul lungii sale vieți, Cavendish a făcut o serie de descoperiri însemnate – printre multe altele, a fost prima persoană care a izolat hidrogenul și tot prima care l-a combinat cu oxigenul pentru a forma apa –, dar aproape

nimic din ce a făcut nu a scăpat complet de marca ciudăteniei sale. De multe ori, în lucrările pe care le făcea publice apăreau aluzii la rezultate ale unor experimente despre care nu spusese nimic nimănui, spre permanenta exasperare a oamenilor de știință din vremea sa. Nu doar că semăna cu Newton prin secretomania lui, dar l-a depășit cu mult. Experimentele legate de conductivitatea electrică erau cu un secol înaintea timpului său, dar, din nefericire, au rămas necunoscute până când acel secol a trecut. În realitate, cea mai mare parte din activitatea sa nu a fost cunoscută până la sfârșitul secolului al XIX-lea, când fizicianul James Clerk Maxwell de la Cambridge s-a dedicat efortului de a transcrie lucrările lui Cavendish, dar la acel moment, aproape fără excepție, recunoașterea pentru descoperirile sale fusese revendicată de altcineva.

Printre multe altele, și fără să spună nimănui, Cavendish a descoperit sau a anticipat legea conservării energiei, sau legea lui Ohm, legea presiunilor parțiale a lui Dalton, legea proporțiilor echivalente a lui Richter, legea creșterii presiunii la volum constant a lui Charles, precum și principiile conductivității electrice. Și acestea sunt numai câteva. Potrivit lui J.G. Crowther, istoric al științei, a făcut de asemenea primii pași spre „lucrările lui Kelvin și G.H. Darwin referitoare la efectul mareelor de scădere a vitezei de rotație a Pământului și spre descoperirea lui Larmor, publicată în 1915, referitoare la efectul răcirii atmosferice locale... lucrările lui Pickering despre amestecurile de refrigerare și câteva dintre lucrările lui Rooseboom despre echilibrele în sistemele eterogene”. În sfârșit, a lăsat indicii care au dus direct la descoperirea grupului de elemente cunoscute sub numele de gaze nobile,

unele fiind atât de derutante, încât ultimul dintre ele a fost descoperit abia în 1962. Dar pe noi ne interesează aici ultimul experiment cunoscut al lui Cavendish, de la sfârșitul verii lui 1797, când, la vârsta de șaiszeci și șapte de ani, și-a îndreptat atenția asupra echipamentelor lăsate lui – evident, numai din respect științific – de către John Michell.

Când a asamblat piesele echipamentului, aparatul lui Michell nu putea fi asemuit decât cu o versiune de secol al XVIII-lea a unui aparat dintr-o sală de forță. Avea în componență greutateți, contragreutateți, pendule, tije și fire de torsiune. În mijlocul mașinăriei se aflau două bile de plumb de câte 159 kg fiecare, alături de alte două sfere mai mici, suspendate. Între sferele mari și cele mai mici acționau forțe gravitaționale, determinând o deviere a tije pe care erau fixate corpurile de probă; măsurarea unghiului de torsiune a firului ce susținea tija avea să permită prima măsurătoare a misterioasei forțe cunoscute drept constantă gravitațională, pornind de la care se putea deduce greutatea (sau, mai corect, masa)^{*5} Pământului.

Întrucât forța gravitațională ține planetele pe orbită și determină obiectele căzătoare să aterizeze cu impact, avem tendința să credem că este o forță puternică, dar în realitate nu e așa. Este puternică numai într-un sens generalizat, când un obiect masiv, cum ar fi Soarele, atrage un alt obiect masiv, cum ar fi Pământul. La nivel elementar, forța gravitațională este extrem de firavă. De fiecare dată când luați o carte de pe masă sau o monedă de pe podea, învingeți fără niciun efort forța gravitațională exercitată de o întreagă planetă. Cavendish încerca să măsoare forța gravitațională la acest nivel extrem de ușor, ca un fulg.

Delicatețea era noțiunea esențială. Nici măcar o șoaptă nu avea voie să tulbure camera în care se afla balanța, de aceea el însuși s-a plasat într-o cameră învecinată și și-a făcut observațiile folosind un telescop introdus printr-un orificiu de control. Lucrul cerea o rigurozitate incredibilă și presupunea șaptesprezece măsurători delicate, interconectate, care s-au extins pe aproape un an. Când, în fine, și-a încheiat măsurătorile, Cavendish a anunțat că Pământul cântărea puțin mai mult de 13.000.000.000.000.000.000.000 de livre sau șase miliarde de mii de miliarde de tone (6×10^{24} kilograme), pentru a folosi unități de măsură moderne (o tonă în sistemul metric are 1.000 de kilograme sau 2.205 de livre).

În prezent, oamenii de știință au la dispoziție aparate atât de precise, încât pot detecta greutatea unei singure bacterii și atât de delicate, încât măsurătorile pot fi deranjate de căscatul unei persoane aflate la douăzeci de metri depărtare, dar nu au adus îmbunătățiri semnificative față de măsurătorile lui Cavendish din 1797. Cele mai exacte estimări actuale plasează greutatea Pământului la 5,9725 miliarde de mii de miliarde de tone ($5,97 \times 10^{24}$ kilograme), la o diferență de numai un procent față de calculele lui Cavendish. Interesant este faptul că toate acestea nu au făcut decât să confirme estimările la care ajunsese Newton cu o sută zece ani înainte de Cavendish, fără să fi folosit niciun fel de dovezi experimentale.

În orice caz, până la finele secolului al XVIII-lea, oamenii de știință cunoșteau cu precizie forma și dimensiunile Pământului și distanța față de Soare și planete; iar acum Cavendish, fără măcar să își părăsească locuința, le-a oferit și greutatea lui. Ați putea crede că determinarea vârstei Pământului ar fi trebuit să fie de acum o chestiune destul de

ușoară. La urma urmelor, materialele necesare se aflau literalmente la picioarele lor. Ei bine, nu. Ființele umane au reușit să desfacă atomul și să inventeze televiziunea, nailonul și cafeaua instant înainte de a reuși să afle ce vârstă are propria planetă.

Pentru a înțelege de ce, trebuie să călătorim în nordul Scoției și să pornim de la un bărbat strălucit și genial, despre care prea puțini auziseră și care tocmai inventase o știință nouă numită geologie.

*1 Metoda aleasă de ei pentru măsurătoare, triangularea, era o tehnică foarte apreciată la acea vreme, bazată pe faptul geometric că, dacă știi lungimea unei laturi a unui triunghi și două dintre unghiurile sale, îi poți calcula toate celelalte dimensiuni fără ca măcar să te ridici de pe scaun. Să presupunem, de exemplu, că dumneavoastră și cu mine ne hotărâm că dorim să știm ce distanță este până la Lună. Folosind metoda triangulării, primul lucru pe care trebuie să-l facem este să lăsăm o oarecare distanță între noi; să spunem că dumneavoastră stați la Paris, iar eu mă duc la Moscova și că ne uităm amândoi la Lună în același timp. Dacă vă imaginați o linie care leagă cele trei puncte relevante din acest exercițiu – adică dumneavoastră, eu și Luna –, se formează un triunghi. Măsurați distanța laturii de la bază, dintre dumneavoastră și mine, și unghiurile formate de fiecare, iar restul se poate calcula foarte ușor. (Întrucât unghiurile interioare ale unui triunghi însumează întotdeauna o sută optzeci de grade, dacă știm suma a două unghiuri, îl putem calcula imediat pe al treilea; și, cunoscând exact forma unui triunghi și

lungimea unei laturi, aflați lungimea celorlalte două laturi.) Aceasta a fost metoda folosită de un astronom grec, Hiparh din Niceea, în 150 î.Hr., pentru a calcula distanța de la Pământ la Lună. La nivelul solului, principiile triangulării sunt aceleași, cu excepția faptului că triunghiurile nu se ridică în spațiu, ci sunt așezate unul lângă celălalt, ca pe o hartă. Pentru a măsura un grad de meridian, cercetătorii urmau să creeze un fel de lanț de triunghiuri desfășurate pe Pământ.

*2 Viteza cu care vă învârtiți depinde de locul în care vă aflați. Viteza cu care se învâрте Pământul variază de la peste o mie șase sute de kilometri pe oră la ecuator, la zero la poli. La Londra, viteza este de nouă sute nouăzeci și opt de kilometri pe oră.

*3 Următoarea trecere a avut loc la 8 iunie 2004, iar a doua în 2012. Nu a existat niciuna în secolul XX.

*4 În 1781 Herschel a devenit prima persoană din era modernă care a descoperit o planetă. A vrut să o numească George, după numele monarhului britanic, dar sugestia i-a fost respinsă, așa că planeta a devenit în schimb Uranus.

*5 Pentru un fizician, masa și greutatea sunt două lucruri diferite. Masa dumneavoastră rămâne aceeași oriunde v-ați duce, dar greutatea variază în funcție de cât de departe vă aflați de centrul altor obiecte masive, cum ar fi, de exemplu, o planetă. Dacă veți călători pe Lună, veți fi mult mai ușor, dar nu mai puțin masiv. Pe Pământ, masa și greutatea reprezintă practic același lucru, astfel încât termenii pot fi considerați sinonimi, cel puțin în afara sălilor de curs.

Capitolul 5

Sfarmă-Piatră

Chiar în momentul în care Henry Cavendish își încheia experimentele la Londra, la șase sute cincizeci de kilometri depărtare, la Edinburgh, era pe cale să aibă loc un alt moment de încheiere, odată cu moartea lui James Hutton. Era o veste proastă pentru Hutton, fără îndoială, dar una bună pentru știință, pentru că lăsa cale liberă unui individ pe nume John Playfair, care a putut rescrie opera lui Hutton fără să se teamă că va face vreo gafă jenantă.

După toate aparențele, Hutton era un om cu percepții dintre cele mai profunde și cu darul celei mai animate conversații, o companie încântătoare, și nu avea rival când venea vorba de înțelegerea misterioaselor procese lente care au modelat Pământul. Din nefericire, era peste puterile lui să își adune ideile într-o formă cât de cât inteligibilă pentru vreo altă ființă umană. După cum observa un biograf cu un suspin aproape sonor, „era practic imposibil de acuzat că ar fi avut vreo velleitate retorică”. Aproape fiecare rând pe care l-a scris vreodată avea efectul unui somnifer. Iată o mostră din capodopera sa din 1795, *A Theory of the Earth with Proofs and Illustrations* (*O teorie a Pământului cu dovezi și ilustrații*), în care vorbește despre... în fine, despre ceva:

Lumea în care trăim este alcătuită din materiale provenite nu din pământul care este predecesorul imediat al pământului din prezent, ci din pământul pe care, în ordine ascendentă de la cel din prezent, îl considerăm al treilea, și care a precedat pământul care se afla deasupra suprafeței mării, în vreme ce pământul nostru din prezent se afla încă sub apele oceanului.

Cu toate acestea, aproape de unul singur și cu rezultate remarcabile, am spune, a creat știința geologiei și a metamorfozat înțelegerea noastră asupra Pământului.

Hutton s-a născut în 1726, într-o prosperă familie scoțiană, și s-a bucurat de toate facilitățile materiale, astfel încât și-a permis să își dedice o mare parte a vieții, expansiv și vesel, muncii ușoare și dezvoltării intelectuale. A studiat medicina, dar nu a găsit-o pe placul său, alegând în schimb să fie fermier; și-a urmat ocupația într-o manieră relaxată și științifică, pe pământurile familiei din Berwickshire. În 1768, sătul de câmpuri și de cirezile de animale, s-a mutat la Edinburgh, unde a pus bazele unei firme de succes care producea clorură de amoniu din pulbere de cărbune, și s-a îndeletnicit cu diverse căutări științifice. La acea vreme, Edinburgh era un puternic centru intelectual, iar Hutton s-a bucurat din plin de posibilitățile sale numeroase. A devenit membru marcant al unei societăți numite Oyster Club, unde își petrecea serile în compania unor bărbați de talia economistului Adam Smith, a chimistului Joseph Black și a filosofului David Hume, precum și a unor minți strălucite

aflate în vizite ocazionale, precum Benjamin Franklin sau James Watt.

Conform tradiției acelor zile, pe Hutton îl preocupa aproape totul, de la mineralogie la metafizică. A desfășurat experimente cu substanțe chimice, a investigat metode de exploatare minieră a cărbunelui și de construire a canalelor, a vizitat mine de sare, a făcut speculații referitoare la mecanismele eredității, a colecționat fosile și a propus teorii despre ploaie, compoziția aerului și legile mișcării, printre multe altele. Dar geologia l-a pasionat în mod deosebit.

Printre întrebările care au suscitat interes în acea epocă a curiozității fanatice s-a aflat una care i-a nedumerit pe oameni o lungă perioadă: de ce pe vârfurile munților se descopereau atât de des cochilii vechi de scoici și alte fosile marine? Cum Dumnezeu ajunseseră acolo? Cei care credeau că au găsit un răspuns s-au grupat în două tabere. Un grup, cunoscut sub numele de neptunieni, era convins că tot ce se găsește pe Pământ, inclusiv cochiliile de scoici aflate în locuri neobișnuit de înalte, putea fi explicat prin creșterea și descreșterea nivelului mării. Ei credeau că munții, dealurile și alte forme de relief erau la fel de vechi ca Pământul însuși și că sufereau modificări numai atunci când peste ele se revărsau apele, în perioadele de inundații globale.

La polul opus se aflau plutonienii, care au remarcat că vulcanii și cutremurele de pământ, precum și alți agenți activi, schimbă permanent fața planetei, dar în mod cert nu datorează nimic imprevizibilității apelor. Plutonienii au ridicat de asemenea ciudata întrebare referitoare la locul în care se duce apa în afara perioadelor de inundație. Dacă există suficientă apă ca să inunde Alpii în unele momente,

atunci unde se duce ea în momentele de liniște, precum cel de acum? Ei aveau credința că Pământul este supus atât unor forțe interne profunde, precum și unora de suprafață. Însă nu au putut explica destul de convingător cum au ajuns acolo sus cochiliile de scoici.

Și tocmai când oamenii își rumegau nedumeririle referitoare la aceste chestiuni, Hutton a venit cu o serie de propuneri excepționale. Din observațiile asupra pământului făcute la ferma sa, a văzut că solul se crea prin eroziunea rocilor și că particule din acest sol erau permanent luate și purtate de pârâuri și râuri și depozitate în alte părți. Și-a dat seama că, dacă acest proces ar continua până la încheierea sa firească, atunci Pământul ar ajunge într-un final aproape plat. Și totuși, peste tot în jurul lui erau dealuri. În mod evident, trebuiau să existe niște procese adiționale, vreo formă oarecare de ridicare și înnoire, prin care se creau munți și dealuri noi, pentru a perpetua ciclul. Fosilele marine din vârfurile munților, a decretat el, nu au ajuns acolo în timpul inundațiilor, ci s-au ridicat odată cu munții înșiși. De asemenea, a dedus că aceea care a creat roci și continente noi și a ridicat lanțuri muntoase era căldura din interiorul Pământului. Nu exagerăm cu nimic spunând că geologii nu au asimilat pe deplin implicațiile acestei observații decât două sute de ani mai târziu, când, în sfârșit, au adoptat conceptul de plăci tectonice. Dincolo de acestea, teoriile lui Hutton afirmau că procesele care au modelat Pământul au necesitat perioade enorme, mult mai lungi decât și-ar fi închipuit cineva vreodată. Regăsim aici suficiente indicii pentru a metamorfoza radical înțelegerea noastră despre planetă.

În 1785, Hutton și-a reunit ideile într-o lungă lucrare ce a fost citită în sesiuni consecutive la Academia Regală din Edinburgh. Aproape că nu a fost deloc remarcată. Și nici nu e greu de înțeles de ce. Iată o mostră din modul în care a prezentat-o el audienței:

Într-o anumită situație, cauza formării se găsește în corpul care este separat; căci, după ce corpul a fost realizat prin căldură, prin reacția materiei înseși a corpului ia naștere falia care formează filonul. În celălalt caz, cauza este extrinsecă prin relație cu corpul în care se formează falia. Au existat fracturi și convulsii dintre cele mai violente; dar cauza trebuie căutată încă; și nu este evidentă în vână; pentru că nu se află în fiecare fractură și dislocare a corpului solid al pământului nostru, în care se găsesc mineralele sau substanțele filoanelor minerale însele.

Inutil să mai spunem că aproape nimeni din public nu avea nici cea mai vagă idee despre ce vorbea. Încurajat de prietenii săi să își dezvolte teoriile, în speranța mișcătoare că, dacă lucra într-un format mai extins, va putea cumva să nimerească vreo formulare mai clară, Hutton și-a petrecut următorii zece ani pregătind un opus magnum, care a fost publicat în două volume în 1795.

Luată împreună, cele două cărți însumează aproape o mie de pagini și, uimitor, depășesc cu mult cele mai sumbre așteptări ale celor mai pesimiști prieteni ai săi. Dacă nu prin altceva, atunci fie și numai prin faptul că aproape jumătate din forma finală a lucrării o reprezentau citate din lucrări franțuzești, lăsate în original. Un al treilea volum era atât de

neatrăgător, încât a fost publicat abia în 1899, la mai bine de un secol de la moartea lui Hutton, iar al patrulea și ultimul volum nu a fost publicat niciodată. Lucrarea *Theory of the Earth* (*Teoria Pământului*) a lui Hutton este unul dintre cei mai puternici candidați la titlul de cea mai puțin citită carte importantă de știință (sau ar putea fi, dacă nu ar exista atât de multe altele). Chiar și Charles Lyell, cel mai mare geolog al secolului următor, un om care a citit tot ce se putea citi, a recunoscut că nu a reușit să o parcurgă până la capăt.

Din fericire, Hutton a avut un Boswell al său în persoana lui John Playfair, profesor de matematică la Universitatea din Edinburgh și prieten apropiat, care nu numai că știa să compună o proză curgătoare, ci – grație atâtor ani petrecuți alături de Hutton – chiar înțelegea, în cele mai multe cazuri, ce încerca să spună acesta. În 1802, la cinci ani după moartea lui Hutton, Playfair a venit cu o expunere simplificată a principiilor huttoniene intitulată *Illustrations of the Huttonian Theory of the Earth* (*Ilustrări ale teoriei huttoniene asupra Pământului*). Cartea a fost primită cu recunoștință de cei care se interesau realmente de geologie și care, în 1802, nu erau tocmai numeroși. Dar situația aceasta era pe cale să se schimbe. Și încă radical!

În iarna anului 1807, treisprezece suflete cu un gând comun din Londra s-au întâlnit la Taverna Francmasonilor din Long Acre, în Covent Garden, pentru a forma un club care avea să fie numit Societatea Geologică. Aveau intenția să se întâlnească o dată pe lună ca să facă schimb de opinii geologice la un pahar sau două de Madeira și la o cină prietenească. Prețul mesei a fost stabilit intenționat la un

usturător cincisprezece șilingi, pentru a-i descuraja pe cei ale căror referințe se limitau la calitățile intelectuale. Însă și-au dat seama curând că era nevoie de o formă mai instituționalizată, cu un sediu permanent, unde să se poată reuni pentru a-și împărtăși și discuta descoperirile. În numai un deceniu, numărul membrilor a crescut la patru sute – firește, numai gentlemeni în continuare –, iar Societatea Geologică amenința să eclipseze Academia Regală în calitate de cea dintâi organizație științifică din țară.

Membrii se întâlneau de două ori pe lună, din noiembrie până în iunie, când practic toți plecau să facă cercetări pe teren pe perioada verii. După cum vă închipuiți, acești oameni nu aveau interese materiale în descoperirea mineralelor, iar cei mai mulți dintre ei nu erau nici măcar înalți oameni de știință; erau pur și simplu nobili care dispuneau de suficientă avere și timp pentru a-și permite un hobby la un nivel mai mult sau mai puțin profesionist. În 1830 erau deja 745 și formau o adunare cum lumea nu avea să mai vadă.

Acum ne este greu să ne imaginăm, dar în secolul al XIX-lea geologia trezea atât de mult interes – practic, acaparând întregul secol – cum nu a mai reușit niciodată vreo știință înainte sau după aceea. În 1839 Roderick Murchison a publicat *The Silurian System (Sistemul silurian)*, un studiu măricel și consistent despre un anumit tip de rocă, numit *greywacke*, care a devenit imediat bestseller, cu patru ediții epuizate rapid, în ciuda faptului că un exemplar costa opt guinee și era, în cel mai pur stil huttonian, imposibil de lecturat. (După cum a trebuit să recunoască până și un susținător al lui Murchison, suferea „de o carență totală de calități literare atractive”.) Iar atunci când marele Charles

Lyell a călătorit în 1841 în America, pentru a susține o serie de discursuri la Boston, audiențe de până la trei mii de oameni s-au îngrămădit la Institutul Lowell ca să asculte descrierile tranchilizante despre zeoliți marini și perturbațiile seismice din Campania.

În toată lumea modernă, inteligentă, dar mai ales în Marea Britanie, oamenilor învățați le plăcea să se aventureze la țară, să devină un pic de Sfarmă-Piatră, după cum se exprimau ei. Își luau foarte în serios căutările și, în general, se îmbrăcau cu seriozitatea cuvenită, cu pălării și costume negre, cu excepția reverendului William Buckland din Oxford, care avea obiceiul să-și desfășoare munca de teren într-o robă academică.

Această muncă de teren a atras numeroase figuri extraordinare, printre care, și nu dintre cei mai neimportanți, sus-menționatul Murchison, care și-a petrecut primii treizeci și mai bine de ani din viață vânând vulpi în galopul calului, transformând păsări cu handicap de zbor în nori de pene plutitoare cu cartușe de calibru mare și fără să demonstreze vreun fel de agilitate mentală, mai presus de nivelul necesar pentru lectura ziarului *The Times* sau pentru a juca o mână la cărți. Apoi și-a descoperit interesul față de roci și, cu o iuțeală neobișnuită, s-a transformat într-un titan al descoperirilor geologice.

Apoi mai era doctorul James Parkinson, pe lângă altele, un socialist timpuriu și autorul a numeroase pamflete provocatoare, ca *Revoluție fără vărsare de sânge*. În 1794 s-a trezit implicat într-o conspirație cu o tentă ușor nebunească numită „Complotul pușcociului”, în care se plănuia rănirea mortală a regelui George al III-lea în gât, cu o săgeată otrăvită, pe când stătea în loja sa de la teatru. Parkinson a fost târât în

fața Consiliului Privat al Coroanei, pentru interogatoriu, și s-a aflat la un pas de a fi trimis în lanțuri în Australia, cu puțin înainte ca acuzațiile împotriva lui să fie retrase fără vâlvă. Adoptând o traiectorie mai conservatoare în viață, și-a dezvoltat interesul pentru geologie și a devenit unul dintre membrii fondatori ai Societății Geologice și autorul unui important text în domeniu, *Organic Remains of a Former World* (*Rămășițe organice ale unei foste lumi*), care a rămas pe piață vreme de o jumătate de secol. Nu a mai provocat niciodată probleme. Astăzi însă ne amintim de el pentru studiul său revoluționar referitor la boala care pe atunci se numea „paralizie spastică” și care este cunoscută de atunci încoace drept boala lui Parkinson. (Parkinson și-a mai câștigat o oarecare faimă și printr-o altă mică ispravă. În 1785 a devenit probabil unica persoană din istorie care a câștigat un muzeu de istorie naturală la o loterie. Muzeul, aflat în Leicester Square din Londra, fusese fondat de Sir Ashton Lever, care ajunsese la faliment prin frenezia cu care colecționa minuni naturale. Parkinson a păstrat muzeul deschis până în 1805, când nu l-a mai putut finanța, iar colecția a fost împărțită și vândută pe bucăți.)

O personalitate poate nu la fel de remarcabilă, dar mult mai influentă decât toți ceilalți la un loc a fost Charles Lyell. Lyell s-a născut în anul în care a murit Hutton, la o depărtare de numai 110 km, în sătucul Kinnordy. Deși scoțian prin naștere, a crescut în sudul îndepărtat al Angliei, în Pădurea Nouă din Hampshire, deoarece mama sa era convinsă că scoțienii erau niște bețivani neisprăviți. După cum se întâmpla în general cu nobilii oameni de știință din secolul al XIX-lea, Lyell provenea dintr-o familie cu o avere confortabilă și cu

vigoare intelectuală. Tatăl lui, care se numea tot Charles, se bucura de neobișnuita recunoaștere de a fi o autoritate marcantă în Dante și în mușchi (*Orthotricium lyelli*, pe care majoritatea vizitatorilor regiunilor rurale ale Angliei s-au odihnit la un moment sau altul, a fost numit după el). De la tatăl său, Lyell s-a molipsit de interesul pentru istoria naturală, dar abia la Oxford, unde a căzut sub vraja reverendului William Buckland – cel cu robele fluturând în vânt –, și-a căpătat tânărul Lyell pasiunea de o viață pentru geologie.

Buckland era un fel de ciudățenie încântătoare. A avut și câteva reușite reale, dar este cel puțin la fel de bine cunoscut pentru excentricitățile sale. A fost remarcat în mod deosebit pentru că ținea o adevărată menajerie de animale sălbatice, dintre care unele mari și periculoase, care aveau voie să se plimbe libere prin casa și grădina sa, și pentru dorința sa de a cunoaște îndeaproape, în propria farfurie, tot felul de animale de pe pământ. În funcție de toane și de oferta disponibilă, oaspeții casei Buckland puteau fi serviți cu cobai la cuptor, șoareci în aluat, arici fripți sau melci de mare, din Asia de Sud-Est, fierți. Buckland reușea să le găsească fiecareia dintre ei calități culinare, cu excepția cârțiței obișnuite de grădină, pe care a declarat-o dezgustătoare. Cum era de așteptat, a devenit o autoritate recunoscută în materie de coprolite – fecale animale fosilizate –, având până și o masă făcută integral din colecția sa de specimene.

Chiar și atunci când desfășura o activitate științifică serioasă, maniera sa era în general bizară. Odată, doamna Buckland a fost trezită în miez de noapte de soțul ei, care o scutura și țipa încântat: „Draga mea, cred că urmele de

Cheirotherium sunt fără îndoială asemănătoare cu cele de țestoasă”. Amândoi s-au repezit spre bucătărie în cămășile de noapte. Doamna Buckland a făcut o cocă pe care a întins-o pe masă, în vreme ce reverendul Buckland s-a dus să aducă țestoasa familiei. Au pus-o pe foaia de cocă și au îmboldit-o să meargă ca să descopere, spre încântarea lor, că urmele lăsate se potriveau într-adevăr cu cele ale fosilei pe care o studia Buckland. Charles Darwin îl considera pe Buckland un bufon – acesta era cuvântul pe care-l folosea –, dar Lyell părea să-l considere o sursă de inspirație și îl simpatiza suficient de mult încât să plece cu el într-un tur al Scoției în 1824. La puțin timp după această călătorie, Lyell a decis să își abandoneze cariera în drept și să se dedice exclusiv geologiei.

Lyell avea mari probleme cu vederea la distanță și a suferit mai toată viața de un strabism supărător, care îi dădea un aer chinuit (într-un final, și-a pierdut complet vederea). O altă particularitate oarecum neobișnuită a sa era obiceiul de a se așeza în poziții neverosimile pe mobilă, atunci când era preocupat de vreun gând – stătea de-a curmezișul pe două scaune deodată sau „își odihnea capul pe un scaun, în timp ce stătea în picioare” (ca să-l cităm pe prietenul său, Darwin). De multe ori, atunci când era pierdut în gânduri, aluneca atât de tare pe scaun, încât aproape că atingea podeaua cu șezutul. Singura slujbă adevărată pe care a avut-o Lyell în viața lui a fost cea de profesor de geologie la King’s College din Londra, între 1831 și 1833. Exact în această perioadă a scris *The Principles of Geology* (*Principiile geologiei*), publicată în trei volume, între 1830 și 1833, care, în multe privințe, consolida și dezvolta ideile propuse pentru prima dată de Hutton, cu o generație înainte (deși Lyell nu l-a citit niciodată pe Hutton în

original, a fost un cercetător atent al versiunii refăcute de Playfair).

Între epoca lui Hutton și cea a lui Lyell, în geologie apăruse o nouă controversă, care de multe ori se suprapunea, dar de și mai multe ori era confundată cu vechea dispută dintre neptunieni și plutonieni. Noua bătălie a luat forma unei dispute între catastrofism și uniformitarism – termeni destul de insipizi pentru o dispută importantă și de foarte lungă durată. Catastrofiștii, după cum v-ar putea sugera și numele, credeau că Pământul a fost modelat în urma unor evenimente cataclismice bruște – în principal, inundații, acestea fiind motivul pentru care catastrofiștii și neptunienii sunt, de multe ori și în mod eronat, îngrămădiți în aceeași categorie. Catastrofismul era în mod special liniștitor pentru clerici precum reverendul Buckland, deoarece le permitea să includă potopul biblic al lui Noe în discursurile științifice serioase. Dimpotrivă, uniformitariștii credeau că schimbările Pământului s-au produs treptat și că aproape toate procesele prin care a trecut acesta au fost lente și s-au întins pe perioade imense. Hutton a fost părintele acestei noțiuni într-o mai mare măsură decât Lyell, dar, întrucât majoritatea oamenilor l-au citit pe Lyell, el a devenit, în mintea celor mai mulți, părintele gândirii geologice moderne, impresie păstrată până în prezent.

Lyell era de părere că modificările Pământului s-au petrecut uniform și constant – că tot ce s-a întâmplat în trecut poate fi explicat prin evenimente care se desfășoară și astăzi. Lyell și adepții săi nu numai că disprețuiau catastrofismul, ci îl detestau pur și simplu. Catastrofiștii considerau că dispariția speciilor făcea parte dintr-un ciclu în care animalele erau

eliminate în mod repetat și înlocuite cu grupuri noi – o convingere pe care naturalistul T.H. Huxley o asemta în bătaie de joc cu „o succesiune de jocuri de whist, la sfârșitul căreia jucătorii răsturnau masa și cereau un pachet nou de cărți”. Era o modalitate simplistă de a explica necunoscutul. „Nu a existat niciodată o dogmă mai bine ticluită pentru a da naștere indolenței și a aplatiza marginea abruptă a curiozității”, replica batjocoritor Lyell.

Însă nici inadvertențele lui Lyell nu erau de neglijat. Nu a reușit să explice convingător cum s-au format lanțurile muntoase și i-a scăpat rolul ghețarilor de agenți ai schimbării. A refuzat să accepte ideea lui Agassiz despre epocile glaciare – „congelarea globului”, după cum o numea el disprețuitor – și era convins că mamiferele „aveau să fie descoperite în cele mai vechi pături de fosile”. A respins noțiunea potrivit căreia animalele și plantele au suferit anihilări subite și a considerat că toate grupele principale de animale – mamifere, reptile, pești și altele – au coexistat de la începutul timpurilor. Toate acestea aveau să fie, în ultimă instanță, contrazise.

Și totuși, nu avem voie să desconsiderăm influența lui Lyell. *The Principles of Geology* a avut douăsprezece ediții succesive în timpul vieții sale și a introdus noțiuni care au modelat gândirea geologică până târziu, în secolul XX. Darwin a luat cu el un exemplar din prima ediție în călătoria de pe *Beagle* și a notat după aceea că „marele merit al *Principiilor* a fost acela că a modificat complet înclinația minții și, prin aceasta, chiar atunci când vezi ceva ce Lyell nu a văzut, continui să privești acel lucru parțial prin ochii lui”. Pe scurt, l-a considerat aproape un zeu, cum au făcut mulți din generația sa. Ca o mărturie a puternicei influențe a lui Lyell,

în anii 1980, când geologii au trebuit să abandoneze o parte din teoria sa pentru a integra teoria dispariției speciilor în urma unui impact, ruptura le-a provocat o suferință ucigătoare. Dar despre aceasta, într-un alt capitol.

Până atunci, geologia trebuia să lămurească o grămadă de dispute, și nu toate s-au desfășurat pașnic. Încă de la început, geologii au încercat să așeze rocile în categorii, în funcție de perioadele în care s-au format, dar s-au lovit de multe ori de neînțelegeri acute în legătură cu stabilirea liniilor de demarcație – între acestea, cea mai aspră a fost îndelunga dezbatere cunoscută acum sub numele de Marea Controversă Devoniană. Problema a apărut atunci când reverendul Adam Sedgwick din Cambridge a vrut să includă în perioada cambriană un strat de roci despre care Roderick Murchison credea că aparține de drept silurianului. Disputa s-a desfășurat pătimaș timp de mai mulți ani și s-a aprins tot mai tare. „De la Beche este o javră mizerabilă”, îi scria Murchison unui prieten, într-o izbucnire caracteristică.

Ne putem face o oarecare idee despre profunzimea sentimentelor suscitade de această dispută parcurgând titlurile capitolelor din relatarea excelentă și sobră a lui Martin J.S. Rudwick, *The Great Devonian Controversy (Marea controversă devoniană)*. Seria începe destul de inofensiv cu titluri precum „Arenele dezbaterilor între gentlemen” sau „Pietrele împrăștiate”, dar apoi trece la „*Greywacke* atacat și apărat”, „Incriminări și reîncriminări”, „Împrăștierea zvonurilor murdare”, „Weaver își retractează erezia”, „Un provincial este pus la locul lui” și (în cazul în care mai exista vreun dubiu că ne aflăm în plin război) „Murchison deschide campania de pe Rin”. Bătălia a încetat în sfârșit în 1879, printr-o soluție simplă

de compromis, aceea de a introduce o nouă perioadă, ordovicianul, între cambrian și silurian.

Întrucât britanicii au fost cei mai activi în primii ani ai dezvoltării acestei discipline, în lexiconul geologiei predomină numele britanice. *Devonianul* provine, firește, de la regiunea engleză Devon. *Cambrianul* provine de la numele roman pentru Țara Galilor, în vreme ce *ordovicianul* și *silurianul* amintesc de vechi triburi galeze, ordovicii și silurii. Dar, odată cu dezvoltarea prospectărilor geologice și în alte regiuni, au început să se strecoare nume de peste tot. *Jurasicul* ne trimite la munții Jura de la granița dintre Franța și Elveția, *permianul* amintește de fosta provincie rusă Perm din munții Urali, în vreme ce pentru *cretacic* (de la cuvântul latin pentru cretă) îi suntem îndatorați unui geolog belgian cu pomposul nume J.J. d'Omalius d'Halloy.

La început, istoria geologică era împărțită în patru intervale de timp: primarul, secundarul, terțiarul și cuaternarul. Sistemul era mult prea simplu și clar pentru a rezista în timp și, ca urmare, geologii au adăugat în scurtă vreme alte diviziuni sau au eliminat unele dintre cele existente. Primarul și secundarul au ieșit complet din uz, în vreme ce cuaternarul a fost eliminat de unii, dar menținut de alții. În prezent, numai terțiarul a fost menținut ca o denumire universal acceptată, chiar dacă nu mai reprezintă a treia perioadă din nimic.

În ale sale *Principii*, Lyell a introdus unități noi, cunoscute sub numele de epoci sau serii, pentru a cuprinde perioada de la era dinozaurilor încoace, printre acestea aflându-se pleistocenul („cel mai recent”), pliocenul („mai recent”), miocenul („oarecum recent”) și oligocenul („numai puțin

recent”), acesta din urmă de-a dreptul mișcător prin confuzia lui. La început, Lyell intenționa să folosească „sincronic” ca sufix pentru denumirile sale, ceea ce ne-ar fi făcut probabil să ronțaim denumiri precum „meiosincronic” sau „pleiosincronic”. Reverendul William Whewell, o persoană influentă, a obiectat pe motive etimologice și a sugerat în schimb un model cu sufixul „-os”, introducând denumiri precum „meionos”, „pleionos” și tot așa. Așadar, terminațiile în „-cen” au reprezentat, într-un fel, un compromis.

Astăzi, vorbind în termeni cât se poate de generali, timpul geologic este împărțit mai întâi în patru perioade mari, cunoscute drept ere: precambrian, paleozoic (de la cuvântul grecesc ce înseamnă „viață veche”), mezozoic („viață mijlocie”) și cenozoic („viață recentă”). Aceste patru ere sunt apoi divizate într-o mulțime de subgrupuri, undeva între douăsprezece și douăzeci, numite de obicei perioade, deși uneori sunt cunoscute și drept sisteme. Majoritatea acestora sunt, la rândul lor, destul de cunoscute: cretacic, jurasic, triasic, silurian și tot așa^{*1}.

Apoi vin epocile lui Lyell – pleistocen, miocen și tot așa –, care se aplică numai ultimelor (dar foarte agitate paleontologic) șaizeci și cinci de milioane de ani; și, în sfârșit, avem o grămadă de subdiviziuni mai detaliate, cunoscute drept etape sau vârste. Majoritatea acestora își trag numele, aproape întotdeauna năstrușnice, de la diverse locuri: *illinoian*, *desmoinesian*, *croixian*, *kimmeridgian* și altele asemenea. Potrivit lui John McPhee, acestea la un loc numără „zeci de duzini”. Din fericire, cu excepția cazului în care vă alegeți meseria de geolog, este puțin probabil să mai auziți vreodată de ele.

Pentru ca lucrurile să se complice și mai mult, etapele sau vârstele au nume diferite în America de Nord față de Europa și, de multe ori, suprapunerea perioadelor este vag aproximativă. De exemplu, etapa nord-americană cincinnatian corespunde în mare parte cu etapa ashgillian din Europa, la care se adaugă o scurtă parte din etapa un pic mai timpurie a caradocianului.

În plus, multe dintre acestea diferă de la lucrare la lucrare și de la persoană la persoană, astfel încât unele autorități în materie descriu șapte epoci recente, în vreme ce altele se mulțumesc cu patru. În unele cărți, veți descoperi că terțiarul și cuaternarul au fost eliminate și înlocuite cu perioade de diferite lungimi, numite paleogen și, respectiv, neogen. Alții împart precambrianul în două ere, foarte vechiul arcean și mai recentul proterozoic. Uneori veți găsi și termenul „phanerozoic”, folosit pentru a descrie perioada ce cuprinde cenozoicul, mezozoicul și paleozoicul.

Mai mult, toate acestea se aplică numai intervalelor de timp. Rocile sunt împărțite în unități distincte, cunoscute drept sisteme, serii și etape. De asemenea, se face o distincție între târziu și timpuriu (referitor la timp) și între superior și inferior (referitor la straturile de roci). Pentru un nespecialist, totul devine extrem de confuz, dar pentru un geolog lucrurile pot forma obiectul unei adevărate pasiuni. „Am văzut oameni în toată firea înroșindu-se de furie din cauza acestei milisecunde metaforice din istoria vieții”, scria paleontologul britanic Richard Fortey cu privire la o dispută îndelungată a secolului XX în privința graniței dintre cambrian și ordovician.

Astăzi, cel puțin, putem introduce în ecuație tehnici sofisticate de datare. În cea mai mare parte a secolului al XIX-lea, geologii nu își puteau pune speranțele decât într-o bâjbâială entuziastă. Era frustrant faptul că, deși puteau așeza diferitele roci și fosile în ordine cronologică, în funcție de vechimea lor, nu aveau nici cea mai vagă idee cât de lungă era fiecare dintre aceste epoci. Atunci când Buckland a început să speculeze pe marginea vechimii unui schelet de ihtiozaur, tot ce a putut face a fost să sugereze că acesta trăise undeva între „zece mii [și] peste zece mii de ori câte zece mii” de ani mai înainte.

Chiar dacă nu exista nicio modalitate de datare a perioadelor, lumea nu ducea deloc lipsă de oameni dornici să încerce. Cea mai cunoscută tentativă timpurie datează din 1650, când arhiepiscopul James Ussher din Biserica Irlandeză a întreprins un studiu atent al Bibliei și al altor surse istorice și, într-un volum generos, denumit *Annals of the Old Testament (Analele Vechiului Testament)*, a ajuns la concluzia că Pământul a fost creat la amiază, în data de 23 octombrie 4004 î.Hr., o afirmație care nu a încetat să-i amuze pe istorici și pe autorii de studii de atunci încoace^{*2}.

Că tot veni vorba, există un mit persistent – promovat chiar de numeroase cărți serioase – potrivit căruia vederile lui Ussher au dominat convingerile științifice până târziu în secolul al XIX-lea, când a venit Lyell și a pus lucrurile la locul lor. În *Time's Arrow (Săgeata timpului)*, Stephen Jay Gould citează drept exemplu tipic această frază dintr-o carte cunoscută în anii 1980: „Până la apariția cărții lui Lyell, majoritatea oamenilor cu judecată au acceptat ideea că Pământul era tânăr”. În realitate, nu este așa. După cum se

exprimă Martin J.S. Rudwick, „niciun geolog de nicio naționalitate a cărui muncă era luată în serios de alți geologi nu a susținut o scară temporală care să se înscrie în limitele unei exegeze literale a Genezei”. Până și reverendul Buckland, un adevărat model de pioșenie pentru secolul al XIX-lea, a observat că nicăieri în Biblie nu se sugerează că Dumnezeu ar fi făcut cerul și Pământul în prima zi, se spune doar că era „la început”. Acest început, a judecat el, ar fi putut dura „milioane și milioane de ani”. Toată lumea a fost de acord că Pământul este vechi. Întrebarea era doar: cât de vechi?

Una dintre primele idei mai solide pentru aflarea vârstei planetei a venit de la Edmond Halley, veșnicul nostru ajutor, care în 1715 a sugerat că, dacă împărțim cantitatea totală de sare din mările lumii la cantitatea adăugată în fiecare an, putem obține numărul de ani de când există oceanele, ceea ce ne va da cât de cât o idee despre vârsta Pământului. Logica părea atrăgătoare, dar, din nefericire, nimeni nu știa câtă sare este în mare sau cu ce cantitate crește în fiecare an, motiv pentru care experimentul era imposibil.

Prima încercare de a face măsurători care ar putea fi vag calificate drept științifice îi aparține francezului Georges-Louis Leclerc, conte de Buffon, în anii 1770. Se cunoștea de multă vreme faptul că Pământul radiază cantități apreciabile de căldură – lucru evident pentru oricine a coborât într-o mină de cărbune –, dar nu exista nicio metodă de a estima rata disipării căldurii. Experimentul lui Buffon a constatat în încălzirea unor sfere până când căpătau o strălucire alb-incandescentă și apoi estimarea ratei de pierdere a căldurii prin atingerea lor (presupunem că foarte ușor la început), pe măsură ce se răceau. Astfel, el a estimat că vârsta Pământului

s-ar afla undeva între 75.000 și 168.000 de ani vechime. Firește că era o subapreciere considerabilă; reprezenta totuși o noțiune radicală, motiv pentru care Buffon s-a trezit amenințat cu excomunicarea pentru această afirmație. Om practic, el a cerut pe loc iertare pentru erezia sa necugetată, pentru ca apoi să își repete bucuros afirmațiile în toate lucrările de mai târziu.

Până la mijlocul secolului al XIX-lea, majoritatea celor avizați credeau că Pământul are cel puțin câteva milioane de ani vechime, poate chiar câteva zeci de milioane de ani, dar apreciau că nu mai mult de atât. De aceea, a fost o surpriză când, în 1859, Charles Darwin a anunțat în *Originea speciilor* că procesele geologice în urma cărora s-a creat Wealdul, o regiune din sudul Angliei ce se întinde peste Kent, Surrey și Sussex, au durat, după calculele sale, 306.662.400 de ani. Era o afirmație uluitoare, parțial pentru că era atât de șocant de precisă, dar mai mult pentru că dădea peste nas opiniilor convenționale despre vârsta Pământului^{*3}. S-a dovedit a atrage atâtea controverse, încât Darwin a retras-o din cea de-a treia ediție a cărții. Însă esența problemei a rămas. Darwin și prietenii săi geologi aveau nevoie de un Pământ bătrân, dar nimeni nu reușea să propună o cale pentru a o dovedi.

*

Din nefericire pentru Darwin și pentru progres, problema a intrat în atenția marelui lord Kelvin (care, deși, fără îndoială, măreț, pe atunci era doar un oarecare William Thomson; nu a fost ridicat la rang nobiliar decât în 1892, la vârsta de șaiszeci și opt de ani, când se apropia de sfârșitul

carierii, dar voi aplica aici convenția de a folosi numele retroactiv). Kelvin a fost una dintre cele mai extraordinare figuri ale secolului al XIX-lea – poate chiar ale tuturor secolelor. Omul de știință german Hermann von Helmholtz, la rândul-i binecuvântat cu destulă ascuțime a minții, a scris despre Kelvin că avea de departe cea mai mare „intelență, luciditate și mobilitate a gândirii” dintre toți oamenii pe care îi întâlneau. „Uneori mă simțeam tufă pe lângă el”, adăuga el puțin întristat.

Este un sentiment cât se poate de firesc, căci Kelvin era într-adevăr un fel de supraom victorian. S-a născut în 1824 la Belfast, ca fiu al unui profesor de matematică de la Royal Academical Institution, care a fost transferat în scurt timp după aceea la Glasgow. Acolo Kelvin s-a dovedit a fi un copil atât de special, încât a fost admis la Glasgow University la extrem de frageda vârstă de numai zece ani. Abia trecut de douăzeci de ani, studiase deja la instituții din Londra și Paris, absolvise Cambridge-ul (unde a câștigat cele mai importante premii ale universității pentru canotaj și matematică și, cumva, și-a găsit timp să deschidă și o societate muzicală), fusese ales membru la Peterhouse și scrisese vreo duzină de lucrări (în franceză și engleză) în domeniul matematicilor pure și aplicate, de o originalitate atât de amețitoare, încât a trebuit să le publice anonim, de teamă să nu-și pună superiorii într-o postură jenantă. La vârsta de douăzeci și doi de ani, s-a întors la Glasgow ca să ocupe un post de profesor de filosofie naturală, poziție pe care avea să o dețină în următorii cincizeci și trei de ani.

În decursul unei lungi cariere (a trăit până în 1907, atingând vârsta de optzeci și trei de ani), a scris 661 de lucrări,

a adunat 69 de patente (de pe urma cărora a devenit extrem de bogat) și și-a câștigat recunoașterea în aproape toate ramurile fizicii. Printre multe altele, a propus metoda care a condus direct la inventarea refrigerării, a inventat scara temperaturii absolute, care încă îi poartă numele, a inventat mecanismele care au permis transmiterea telegramelor peste ocean și a adus numeroase îmbunătățiri sistemelor de transport maritim și de navigație, de la inventarea unei foarte cunoscute busole marine la crearea primului sistem de sondare a adâncimilor. Și acestea sunt numai realizările sale cu aplicabilitate practică.

Studiile sale teoretice în electromagnetism, termodinamică și teoria ondulatorie a luminii au fost la fel de revoluționare^{*4}. A avut un singur defect real și acesta a fost incapacitatea sa de a calcula vârsta corectă a Pământului. Această problemă l-a preocupat o bună parte din a doua jumătate a carierei, dar nici măcar nu s-a apropiat vreodată de o variantă corectă. Prima sa încercare, din 1862, pentru un articol dintr-o revistă de largă circulație numită *Macmillan's* sugera că Pământul are 98 de milioane de ani, dar a admis cu prudență că cifra ar putea fi de numai 20 de milioane sau de 400 de milioane. Cu o admirabilă precauție, a recunoscut că s-ar putea înșela în calculele sale dacă „în marele depozit al creației se pregătesc surse acum necunoscute nouă” – dar era evident că pentru el acest lucru era puțin probabil.

Odată cu trecerea timpului, afirmațiile lui Kelvin aveau să devină tot mai îndrăznețe și mai puțin exacte. Estimările sale sufereau revizuiți permanente, într-o continuă descreștere, de la un maximum de 400 de milioane de ani la 100 de milioane de ani, apoi la 50 de milioane de ani, iar în final, în 1897, la

numai 24 de milioane de ani. Și nu era vorba de încăpățânarea lui Kelvin. Pur și simplu nimic din fizica cunoscută nu putea explica felul în care un corp de mărimea Soarelui putea arde continuu câteva zeci de milioane de ani, în cel mai optimist caz, fără să își epuizeze combustibilul. Din aceasta rezulta inevitabil că Soarele și planetele sale erau relativ tinere.

Problema era că aproape toate dovezile fosile contraziceau acest lucru și, brusc, în secolul al XIX-lea, au apărut o *mulțime* de dovezi fosile.

*1 Nu intenționăm să vă supunem vreunui test recapitulativ aici, dar dacă vi se cere vreodată să le memorați, s-ar putea să vă ajute dacă vă amintiți sfatul practic al lui John Wilford de a vă gândi la ere (precambrian, paleozoic, mezozoic și cenozoic) ca la anotimpurile dintr-un an, iar perioadele (permian, triasic, jurasic etc.) vor fi lunile.

*2 Deși acesta își găsește practic un loc în toate cărțile de specialitate, detaliile cu privire la Ussher variază în mod izbitor. Unele cărți afirmă că el și-ar fi dat verdictul în 1650, alții în 1654, iar alții în 1664. Mulți citează data faimosului început al Pământului ca fiind 26 octombrie. Există cel puțin o carte notabilă care îi scrie numele „Usher”. O interesantă dare de seamă asupra acestei chestiuni apare în cartea lui Stephen Jay Gould *Eight Little Piggies* (*Opt purceluși*).

*3 Darwin era pasionat de cifrele exacte. Într-o lucrare de mai târziu, a anunțat că pe un acru de pământ englezesc de la țară se găseau în medie 53.767 de viermi.

*4 Mai exact, el a fost cel care a elaborat a Doua Lege a Termodinamicii. Prezentarea acestor legi ar alcătui o carte în sine, dar am să introduc aici o sinteză destul de frustă a chimistului P.W. Atkins, ca să vă puteți face o idee despre ele: „Sunt patru legi. A treia dintre ele, a Doua Lege, a fost recunoscută prima; prima, Principiul Zero, a fost formulată ultima; Prima Lege a fost a doua; a Treia Lege ar putea să nu fie deloc o lege, după modelul celorlalte”. Și mai pe scurt, a doua lege afirmă că întotdeauna se pierde măcar puțină energie. Nu poate exista un perpetuum mobile, întrucât, indiferent cât de eficient ar fi, întotdeauna va pierde energie și, într-un final, se va opri. Prima lege afirmă că nu se poate crea energie, iar cea de-a treia afirmă că temperaturile nu se pot reduce la un zero absolut; întotdeauna vor rămâne ceva reziduuri de căldură. După cum remarcă Dennis Overbye, aceste trei legi principale sunt uneori exprimate într-o formă amuzantă, astfel: (1) nu poți câștiga, (2) nu poți remiza și (3) nu poți ieși din joc.

Capitolul 6

Știința după dinți și gheare

În 1787, o persoană din New Jersey – se pare că nu se mai știe exact cine anume – a descoperit un femur enorm pe malul unui râu, într-un loc numit Woodbury Creek. Osul nu aparținea niciunei specii de creaturi aflate în viață, cu atât mai puțin în New Jersey, asta era evident. Din puținul care se cunoaște în prezent, se consideră că a aparținut unui hadrozaur, un dinozaur enorm cu cioc de rață. La acea vreme, nu se știa de existența dinozaurilor.

Osul i-a fost trimis doctorului Caspar Wistar, cel mai de seamă anatomist al țării, care l-a prezentat în acea toamnă la o întâlnire a Societății Filosofice Americane din Philadelphia. Wistar însă a dat greș total, neînțelegând, din nefericire, semnificația osului și limitându-se la câteva constatări precaute și neinspirate, potrivit cărora, în realitate, nu ar fi fost vorba decât despre o namilă de om și nimic mai mult. Și astfel, și-a ratat șansa de a fi descoperit dinozaurii cu o jumătate de secol înaintea tuturor. Mai mult chiar, osul a trezit atât de puțin interes, încât a fost aruncat într-o magazie și, în cele din urmă, a dispărut complet. Și iată cum primul os de dinozaur găsit vreodată a fost și primul pierdut.

Faptul că osul nu a atras un interes mai puternic este mai mult decât surprinzător, deoarece el și-a făcut apariția într-un moment în care America era traversată de valuri de entuziasm față de rămășițele animalelor mari, străvechi. La baza acestei agitații s-a aflat o afirmație ciudată a marelui naturalist francez contele de Buffon – cel cu sferele încălzite din capitolul anterior –, potrivit căreia ființele vii din Lumea Nouă sunt inferioare în aproape toate privințele celor din Lumea Veche. Buffon a scris în vasta și mult apreciată sa lucrare *Histoire naturelle (Istoria naturală)* că America este un pământ cu ape stătătoare, unde solul este neproductiv, iar animalele nu au dimensiuni sau forță impresionantă, constituția lor fiind slăbită de „vapori toxici” care se ridică din mlaștini și din pădurile lipsite de soare. Într-un astfel de mediu, chiar și indienii băștinași sunt lipsiți de virilitate. „Nu au barbă sau păr pe corp”, mărturisea pe un ton judicios Buffon, „și nici pasiune față de sexul frumos”. Organele lor reproducătoare sunt „firave și debile”.

Observațiile lui Buffon și-au găsit cu surprinzătoare rapiditate susținători în rândul altor scriitori, în special al acelor care nu erau stânjeniți în concluziile lor de vreo familiarizare directă cu țara împricinată. Un olandez pe nume Corneille de Pauw anunța într-o lucrare de largă circulație numită *Recherches philosophiques sur les américains (Cercetări filosofice asupra americanilor)* că amerindienii nu numai că nu stârneau vreo admirație pentru performanțele lor de reproducere, dar „erau atât de lipsiți de virilitate, încât sâniilor lor dădeau lapte”. Acest gen de idei s-a bucurat de o neverosimilă longevitate, fiind apoi repetat sau găsimu-și

diverse ecouri în textele europene, până aproape de finele secolului al XIX-lea.

Nu este nicio surpriză că astfel de afirmații calomnioase au fost întâmpinate cu indignare în America. Thomas Jefferson a inclus în *Notes on the State of Virginia* (*Note despre statul Virginia*) o denunțare furibundă (și, dacă nu înțelegem contextul, destul de derutantă) și l-a determinat pe prietenul său din New Hampshire, generalul John Sullivan, să trimită douăzeci de soldați în pădurile din nord pentru a găsi un elan mascul pe care să i-l prezinte lui Buffon drept dovadă a staturii și maiestuoșității patrupedelor americane. Oamenii au avut nevoie de două săptămâni ca să găsească un subiect corespunzător. După ce a fost împușcat, s-a descoperit că elanul nu avea coarnele impunătoare pe care le ceruse în mod expres Jefferson, dar, grijuliu, Sullivan a inclus un trofeu de coarne de la un wapiti (cerbul de Canada) sau un cerb comun, cu sugestia să fie adăugate în locul coarnelor de elan. La urma urmelor, cine avea să își dea seama în Franța?

Între timp, la Philadelphia – orașul lui Wistar –, naturaliștii începuseră să asambleze oasele unei creaturi gigantice asemănătoare cu un elefant, cunoscute la început sub numele de „marele incognitum american”, dar care a fost mai târziu identificat, nu tocmai exact, drept mamut. Primul dintre aceste oase fusese descoperit într-un loc numit Big Bone Lick din Kentucky, dar, în curând, au început să apară și altele, în tot felul de locuri. Se părea că America fusese cândva pământul natal al unei creaturi cu adevărat impozante – una care, cu certitudine, contrazicea franțuzismele răutăcioase și nebunești ale lui Buffon.

În îndârjirea lor de a demonstra masivitatea și ferocitatea incognitumului, naturaliștii americani s-au lăsat, se pare, luați de val. I-au supraestimat dimensiunile, multiplicându-le de vreo șase ori, și l-au dotat cu gheare înspăimântătoare, care proveneau, în realitate, de la un *megalonyx*, sau megateriu, găsit prin apropiere. Remarcabil este faptul că au reușit cumva să se convingă singuri că animalul avusese „agilitatea și ferocitatea unui tigru” și l-au prezentat în ilustrații năpustindu-se de pe stânci asupra prăzii, cu o grație felină. Când au fost descoperiți colții, au fost înfipti inventiv în capul animalului. Un restaurator a forțat dinții în craniu cu susul în jos, asemenea colților unui tigru cu dinții sabie, ceea ce îi conferea un aspect suficient de agresiv încât să se poată declara satisfăcuți. Un altul a aranjat dinții astfel încât să se curbeze înapoi, formulând teoria captivantă potrivit căreia ar fi fost vorba de o creatură acvatică, care și-ar fi folosit colții ca să se ancoreze de copaci atunci când dormita. Însă cea mai pertinentă observație despre incognitum a fost aceea că, după toate probabilitățile, era o specie dispărută – un fapt pe care Buffon l-a exploatat bucuros ca fiind o dovadă incontestabilă a naturii sale degenerate.

Buffon a murit în 1788, dar controversa și-a urmat calea. În 1795, mai multe oase și-au croit drum către Paris, unde au fost examinate de steaua în ascensiune a paleontologiei, tânărul și aristocraticul Georges Cuvier. Acesta uimise deja lumea prin abilitatea sa de a lua un morman de oase dezarticulate și a le combina în forme inteligibile. Se spunea că poate descrie înfățișarea și natura unui animal pornind de la un singur dinte sau un fragment de gheară și de multe ori reușea să precizeze chiar specia și genul, ca supliment. Dându-și seama

că în America nu-i trecuse nimănui prin cap să pună pe hârtie o descriere coerentă a fiarei uriașe, Cuvier a decis să facă acest lucru, devenind astfel descoperitorul său oficial. L-a numit *mastodont* – etimologic vorbind, s-ar traduce printr-un neașteptat „mamelon-dinte”.

Inspirat de această controversă, Cuvier a scris în 1796 o lucrare de referință, *Note on the Species of Living and Fossil Elephants* (*Notă despre speciile de elefanți vii și fosili*), în care a prezentat pentru prima dată o teorie oficială asupra dispariției speciilor. El exprima convingerea potrivit căreia, din când în când, Pământul este supus unor catastrofe globale, în urma cărora sunt eliminate anumite grupuri de ființe. Pentru oamenii religioși, printre care se număra și Cuvier însuși, ideea a avut consecințe neliniștitoare, întrucât sugera o superficialitate inexplicabilă din partea Providenței. Oare în ce scop creează Dumnezeu speciile, dacă oricum le elimină mai târziu? Noțiunea contravenea credinței în Marele Lanț al Existenței, care susținea că lumea este atent orânduită și că fiecare vietate are un loc și un scop, că le-a avut și le va avea întotdeauna. Jefferson, cel puțin, nu putea suporta gândul că specii întregi ar putea fi lăsate să dispară definitiv (sau, în aceeași notă, să evolueze). De aceea, atunci când i s-a adus la cunoștință că ar putea trage foloase științifice și politice prin trimiterea unui grup de exploratori către interiorul Americii, dincolo de Mississippi, a îmbrățișat imediat ideea, în speranța că temerarii aventurieri vor găsi turme întregi de mastodonți sănătoși și alte creaturi supradimensionate care să pască pe câmpiile mănoase. Secretarul personal și prietenul de încredere al lui Jefferson, Meriwether Lewis, a fost ales naturalist-șef și conducător al

expediției, alături de William Clark. Persoana desemnată să-l ghideze în privința a ceea ce trebuia să caute, în materie de animale vii sau moarte, nu era nimeni altul decât Caspar Wistar.

În același an – de fapt, chiar în aceeași lună – în care aristocraticul și prețuitul Cuvier propunea la Paris teoria sa asupra dispariției speciilor, de cealaltă parte a Canalului Mânecii, un englez mult mai puțin cunoscut avea o revelație cu privire la valoarea fosilelor, care, la rândul ei, avea să aibă profunde și multiple implicații. William Smith era un tânăr supraveghetor în construcții pe Somerset Coal Canal. În seara de 5 ianuarie 1796 stătea la un han de poștă din Somerset, când a mâzgălit în grabă notiunea care, în final, avea să-i aducă recunoașterea. Pentru a înțelege rocile, trebuie să existe o formă de corelare, pe baza căreia să se poată afirma că rocile carbonifere din Devon sunt mai tinere decât rocile cambriene din Țara Galilor. Noutatea ideii lui Smith consta în aceea că el și-a dat seama că răspunsul îl pot aduce fosilele. La fiecare schimbare intervenită în straturile de rocă, anumite specii de fosile dispar, în vreme ce altele continuă să apară în mai multe straturi succesive. Urmărind ce specii apăreau în fiecare strat, se putea aprecia cu aproximație căror epoci le aparțineau rocile, oriunde ar fi apărut. Pornind de la cunoștințele sale de prospector, Smith a început pe dată să traseze o hartă a straturilor de rocă din Marea Britanie, care avea să fie publicată în 1815, după numeroase tentative, și avea să devină un moment de cotitură în geologia modernă. Povestea este relatată pe larg în cartea popularizată a lui Simon Winchester *The Map that Changed the World (Harta care a schimbat lumea)*.

Din nefericire, după ce a avut această minunată idee, Smith, în mod curios, nu a mai părut interesat să înțeleagă de ce rocile sunt stratificate astfel. „Am încetat să mă mai frământ în legătură cu originea straturilor și m-am mulțumit să știu că așa stau lucrurile”, nota el. „Nu cred că întrebările legate de scopurile și motivele acestora cad în sarcina unui inspector mineralog.”

Revelația lui Smith referitoare la stratificare a acutizat conflictul moral declanșat de teoria dispariției speciilor. Din capul locului, ea confirma că Dumnezeu ștersese ființe de pe fața pământului nu din când în când, ci în mod repetat. Aceasta nu-L făcea să pară doar nepăsător, ci de-a dreptul de ostilitate accentuată. De asemenea, devenea supărător de necesară o explicație a motivului pentru care unele specii au fost eliminate, în vreme ce altele și-au continuat netulburate existența eoni de-a rândul. Evident, dispariția speciilor reprezenta mai mult decât putea explica un unic potop al lui Noe, cel pe care îl cunoaștem din Biblie. Cuvier a decis să rezolve enigma într-un mod care îi convenea de minune, afirmând că Geneza se referă numai la cel mai recent dintre potopuri. Se părea că Dumnezeu nu dorise să-l distragă sau să-l alarmeze pe Moise, informându-l despre dispariția timpurie, acum irelevantă, a speciilor.

Astfel, până la începutul secolului al XIX-lea, fosilele căpătaseră inevitabil o oarecare importanță, ceea ce nu face decât să sublinieze nefericitul eșec al lui Wistar în a recunoaște semnificația osului de dinozaur. În orice caz, deodată, oasele au început să apară de peste tot. Americanilor li s-au mai oferit alte câteva șanse de a-și asuma meritul pentru descoperirea dinozaurilor, toate irosite. În 1806,

expediția condusă de Lewis și Clark a trecut prin formațiunea Hell Creek din Montana, o zonă în care, mai târziu, vânătorii de fosile aveau să se împiedice literalmente de oase de dinozaur, ba chiar exploratorii noștri au examinat ceva ce era clar un os de dinozaur încastrat în rocă, dar nu au reușit să își dea seama ce ar putea însemna. Alte oase și urme fosilizate au fost descoperite în valea râului Connecticut din New England, după ce un băiat de la o fermă, pe nume Plinus Moody, a descoperit urme străvechi pe o formațiune stâncoasă din South Hadley din Massachusetts. Cel puțin câteva dintre acestea au supraviețuit – un exemplu notabil fiind oasele unui anchisaurus, care se găsesc în colecția Muzeului Peabody de la Yale. Descoperite în 1818, acestea au fost primele oase de dinozaur examinate și păstrate, dar, din nefericire, nerecunoscute drept ceea ce sunt decât în 1855. În același an, 1818, a murit Caspar Wistar, care și-a câștigat un neașteptat drept la nemurire când un botanist pe nume Thomas Nuttall a numit în onoarea lui un încântător arbust cățărător. Unii puriști ai botanicii insistă și acum să îl scrie *wistaria*.

Între timp, entuziasmul paleontologic se mutase în Anglia. În 1812, la Lyme Regis, pe coasta Dorsetului, un copil extraordinar, pe nume Mary Anning – în vârstă de unsprezece, doisprezece sau treisprezece ani, în funcție de relatarea pe care preferați să o citiți –, a descoperit un ciudat monstru marin fosilizat, lung de peste cinci metri și cunoscut acum drept ihtiozaur, încastrat în stâncile abrupte și periculoase de pe țărmul Canalului Mânecii.

Aceasta a marcat începutul unei cariere remarcabile. Anning avea să-și petreacă următorii treizeci și cinci de ani

adunând fosile, pe care le vindea vizitatorilor. (În popor se crede că la ea face referire un cunoscut joc de dicție: Mary mută melcii mari pe malul mării^{*1}.) Tot ea avea să descopere primul plesiozaur, un alt monstru marin, și unul dintre primii și cei mai reușiți pterodactili. Deși niciunul dintre ei nu era un dinozaur adevărat, acest lucru nu avea tocmai o relevanță copleșitoare la acel moment, de vreme ce nimeni nu știa încă ce este acela un dinozaur. Era suficient ca oamenii să înțeleagă că lumea a cunoscut cândva creaturi ciudate, care nu seamănă cu niciuna dintre cele pe care le putem găsi în prezent.

Meritul lui Anning nu este doar acela că se pricepea de minune să găsească fosilele – deși nu avea rival –, dar le putea extrage cu cea mai mare delicatețe, fără să le aducă vreo stricăciune. Dacă vi se va ivi vreodată ocazia să vizitați galeria reptilelor marine de altădată de la Muzeul de Istorie Naturală din Londra, vă rog stăruitor să profitați de ea, pentru că numai așa veți putea aprecia amploarea și frumusețea reușitei acestei tinere femei, care a lucrat practic fără niciun ajutor, cu unelte dintre cele mai primitive, în condiții cvasiimposibile. Numai pentru plesiozaur a avut nevoie de zece ani de excavări minuțioase. Deși nu avea pregătire în domeniu, Anning reușea să le ofere savanților desene și descrieri competente. Cu tot avantajul abilităților ei extraordinare, descoperirile semnificative au fost rare, iar ea și-a petrecut cea mai mare parte a vieții în sărăcie.

Cu greu ne putem gândi la o persoană mai ignorată decât Mary Anning în istoria paleontologiei, dar există cineva care, din nefericire, s-a apropiat foarte tare. A fost un doctor de țară din Sussex, pe nume Gideon Algernon Mantell.

Mantell reprezenta un vast ansamblu dezlânat de defecte – era vanitos, egocentrist, pedant, își neglija familia –, dar era un paleontolog amator atât de devotat, cum nu s-a mai văzut vreodată. De asemenea, avea noroc de o soție credincioasă și supusă. În 1822, pe când doctorul făcea o vizită la domiciliul unui pacient din regiunea rurală din Sussex, doamna Mantell s-a dus să facă o plimbare pe o cărare din apropiere și, într-o grămadă de moloz lăsat să umple gropile din drum, ea a găsit un obiect curios: o piatră maro, curbată, cam de mărimea unei nuci mici. Cunoscând pasiunea soțului ei pentru fosile și gândindu-se că și aceasta ar putea fi una, a luat-o cu ea să i-o arate. Mantell și-a dat seama imediat că era un dinte fosilizat, iar după o oarecare examinare a fost sigur că aparținuse unui animal erbivor, reptilian, extrem de mare – de câțiva metri buni lungime – din perioada cretacului. Avea dreptate în toate privințele; dar concluziile sale erau prea îndrăznețe, dat fiind că până atunci nu se mai văzuse și nu se mai închipuise nimic asemănător.

Conștient că descoperirea sa va da complet peste cap ceea ce se știa despre trecut și atenționat de prietenul său, reverendul William Buckland – cel cu robele și apetitul pentru experimente – să procedeze cu precauție, Mantell a petrecut trei ani într-o încercare stăruitoare de a găsi dovezi care să-i susțină concluziile. I-a trimis dintele lui Cuvier la Paris, pentru o opinie, dar marele francez l-a ignorat, declarând că este un dinte de hipopotam (mai târziu, Cuvier și-a cerut frumos scuze pentru această eroare neobișnuită). Într-o zi, pe când făcea cercetări la Hunterian Museum din Londra, Mantell a intrat în vorbă cu un alt cercetător, care i-a spus că dintele semăna bine cu cei ai animalelor pe care le studia el, iguanele sud-

americane. O comparație sumară a confirmat asemănarea. Și astfel, creatura lui Mantell a devenit iguanodon, după o șopârlă tropicală cu care nu avea nicio înrudire.

Mantell a pregătit o lucrare pe care să o prezinte Academiei Regale. Din nefericire, s-a dovedit că se descoperise un alt dinozaur la o carieră din Oxfordshire, care tocmai primise o descriere oficială – a reverendului Buckland, însuși omul care îi ceruse să nu se grăbească. Animalul se numea megalozaur, iar numele îi fusese sugerat lui Buckland de prietenul său, doctorul James Parkinson, cel cu pretențiile de radicalism, care avea să devină eponimul pentru boala lui Parkinson. După cum poate vă amintiți, Buckland era în primul rând geolog, iar lucrarea sa despre megalozaur demonstrează acest lucru. În raportul său, elaborat pentru *Transactions of the Geological Society of London*, el a arătat că dinții creaturii nu erau direct atașați de mandibulă, ca la șopârle, ci plasați în alveole, după modelul crocodililor. Dar, deși a observat acest lucru, Buckland nu și-a dat seama ce semnifica el în realitate: anume că megalozaurul reprezenta un tip complet nou de ființă. Chiar și așa, într-un raport ce dovedea prea puțină acuitate sau intuiție profundă, era prima descriere publicată a unui dinozaur – și iată cum meritul pentru descoperirea acestei străvechi linii de ființe îi este atribuit lui Buckland, și nu mult mai merituosului Mantell.

Fără să îi treacă prin minte că dezamăgirea avea să fie o trăsătură permanentă a vieții sale, Mantell și-a continuat vânătoarea de fosile – în 1833 a găsit un alt gigant, xilozaurul (*hylaeosaurus* – reptila de pădure) – și a achiziționat altele de la muncitorii din cariere și de la fermieri, până când a ajuns să dețină poate cea mai mare colecție de fosile din Marea

Britanie. Mantell era un doctor excelent și un vânător de fosile la fel de talentat, dar nu își putea satisface ambele înclinații. Pe măsură ce mania colecționării a crescut, și-a neglijat practica medicală. În curând, fosilele au ajuns să-i ocupe aproape în întregime casa din Brighton, consumându-i cea mai mare parte din venituri. Din ce mai rămânea, mulți bani mergeau către finanțarea publicării unor cărți pe care prea puțini își doreau să le dețină. *Illustrations of the Geology of Sussex (Ilustrări ale geologiei Sussexului)*, publicată în 1827, s-a vândut în numai cincizeci de exemplare, dar l-a ușurat de trei sute de lire sterline din buzunarul propriu – o sumă stânjenitor de substanțială pentru acele vremuri.

În pragul disperării, lui Mantell i-a venit ideea de a-și transforma casa în muzeu și de a cere taxă de intrare, dar și-a dat seama într-un târziu că un asemenea gest de mercenar i-ar ruina statutul de gentleman, ca și pe acela de om de știință, de aceea a permis publicului să viziteze casa gratis. Și au venit cu sutele, săptămână după săptămână, deranjându-i atât activitatea medicală, cât și viața de familie. În cele din urmă, a fost obligat să vândă cea mai mare parte din colecție ca să-și plătească datoriile. La scurt timp după aceea, soția l-a părăsit, luându-i cu ea pe cei patru copii.

Și vă vine să credeți că necazurile lui erau abia la început?

În districtul Sydenham din sudul Londrei, într-un loc numit Crystal Palace Park, există o priveliște bizară și pierdută în uitare: primele machete de dinozaur în mărime naturală din lume. În prezent, prea puțini oameni mai vizitează acest loc, dar cândva el a fost una dintre cele mai cunoscute atracții ale Londrei – ba chiar, după cum scria

Richard Fortey, a fost primul parc tematic al lumii. Machetele au destul de multe inexactități. Degetul mare al iguanodonului a fost așezat pe nas, ca un fel de piron, iar creatura stă pe patru picioare robuste, ceea ce o face să arate mai mult ca un câine care a crescut prea mult (în realitate, iguanodonul nu se sprijinea pe toate cele patru picioare, ci era biped). Când te uiți acum la ele, n-ai zice că aceste sălbăticiuni ciudate și amenințătoare ar fi putut da naștere la atâta ranchiună și dușmănie, dar exact asta au făcut. Cred că familia străvechilor creaturi cunoscute drept dinozauri a reprezentat nucleul celor mai îndelungi și de temut controverse din întreaga istorie naturală.

În momentul construirii dinozaurilor, Sydenham se afla la marginea Londrei, iar spațiosul său parc era considerat un loc ideal pentru a reînălța faimosul Crystal Palace, structura de sticlă și fontă care reprezentase piesa centrală a Expoziției Universale din 1851, de la care, în mod firesc, parcul și-a luat numele. Dinozaurii, construiți din beton, erau un fel de atracție în plus. În ziua de revelion a anului 1853, în interiorul iguanodonului neterminat s-a organizat o faimoasă cină pentru douăzeci și unu de proeminenți oameni de știință. Gideon Mantell, omul care descoperise și identificase iguanodonul, nu se afla printre ei. Persoana din capul mesei era vedeta numărul unu a tinerei științe a paleontologiei. Se numea Richard Owen și, până în acel moment, își dedicase câțiva ani fertili din viață transformării vieții lui Gideon Mantell într-un coșmar.

Owen crescuse în Lancaster, în nordul Angliei, unde beneficiase de pregătire medicală. Era un anatomist înnăscut și își iubea atât de mult studiile, încât uneori împrumuta ilegal

membre, organe și alte părți de cadavre, pe care le lua acasă ca să le disece în voie. Odată, pe când ducea un sac ce conținea capul unui marinar african negru pe care tocmai îl detașase, Owen a alunecat pe o piatră de pavaj umedă și a observat cu oroare cum capul a început să se rostogolească săltăreț pe cărare și prin ușa deschisă a unei case, unde s-a oprit în salonul din față. Nu putem decât să ne închipuim ce au avut de spus ocupanții casei când au văzut un cap fără trup rostogolindu-se până la picioarele lor. Putem să presupunem doar că nu ajunseseră cu gândul prea departe când, o clipă mai târziu, un tânăr cu un aer foarte preocupat a năvălit înăuntru, a recuperat țeasta fără să spună un cuvânt și s-a repezit apoi afară.

În 1825, la doar douăzeci și unu de ani, Owen s-a mutat la Londra și în scurt timp a fost angajat de Colegiul Regal al Chirurgilor ca să ajute la organizarea colecțiilor acestuia, cuprinzătoare, dar haotice, de specimene medicale și anatomice. Majoritatea fuseseră donate instituției de John Hunter, un distins chirurg și un neobosit colecționar de curiozități medicale, dar nu fuseseră niciodată catalogate sau ordonate, în mare parte deoarece hârtiile care explicau importanța fiecăruia dispăruseră la puțin după moartea lui Hunter.

Owen s-a făcut remarcat imediat prin capacitatea sa de organizare și deducție. Concomitent, s-a dovedit a fi un anatomist fără pereche, al cărui instinct în ale reconstituirii aproape îl egala pe al marelui Cuvier de la Paris. A devenit un expert atât de cunoscut în anatomia animalelor, încât i s-a acordat dreptul de preempțiune asupra animalelor care mureau la Grădina Zoologică din Londra, pe care invariabil le

cerea aduse acasă pentru examinare. Odată, soția sa a găsit la întoarcerea acasă un rinocer proaspăt decedat care ocupa holul de la intrare. A devenit rapid un expert de frunte în tot felul de animale existente sau dispărute – de la ornitorinci, echidne și alte marsupiale nou descoperite la ghinionista pasăre dodo și giganticele păsări moa, care colindaseră Noua Zeelandă până la dispariția lor, servind drept hrană populației Maori. El a fost cel care a descris pentru prima dată un arheopterix, după descoperirea sa în Bavaria în 1861, și a scris primul epitaf oficial pentru dodo. În ansamblu, a scris circa șase sute de lucrări de anatomie, o producție impresionantă.

Dar Owen a rămas în memoria posterității pentru activitatea legată de dinozauri. În 1841 a inventat termenul „dinosauria”. Acesta înseamnă „șopârlă îngrozitoare”, un nume curios de nepotrivit. După cum se știe în prezent, nu toți dinozaurii erau așa de înspăimântători – unii nici nu creșteau mai mari decât iepurii și erau, probabil, extrem de timizi – și este mai mult decât evident că nu erau șopârle, care în realitate sunt mai vechi (cu treizeci de milioane de ani). Owen era perfect conștient că aceste creaturi erau reptilienii și avea la dispoziție un cuvânt grecesc foarte nimerit, *herpeton*, dar, din motive numai de el știute, a ales să nu îl folosească. O altă eroare, mai scuzabilă (dată fiind penuria de specimene din acele vremuri), a fost faptul că nu și-a dat seama că dinozaurii alcătuiesc nu unul, ci două ordine de reptile: ornithischienii, însemnând „șolduri de pasăre”, și saurischienii, „șolduri de șopârlă”.

Owen nu era o persoană atrăgătoare, nici ca fizic, nici ca temperament. O fotografie a sa la maturitate îl arată scheletic și sinistru, precum personajul negativ dintr-o melodramă

victoriană, cu păr lung, lins și neîngrijit și cu ochi bulbucați – o figură de speriat copiii. Avea un fel de a fi rece și dictatorial și nu cunoștea niciun scrupul în urmărirea ambițiilor sale. A fost singura persoană despre care se știe că a trezit ura lui Charles Darwin. Chiar și fiul lui Owen (care la scurt timp după aceea s-a sinucis) vorbea despre „lamentabila răceală a inimii” tatălui său.

Harul său indubitabil de anatomist i-a permis să scape nepedepsit pentru cele mai nerușinate minciuni. În 1857, naturalistul T.H. Huxley frunzărea o ediție nouă la *Churchill's Medical Directory* (*Anuarul medical Churchill*), când a observat că Owen figura drept profesor de fiziologie și anatomie comparată la Școala Guvernamentală a Minelor, lucru cel puțin surprinzător pentru Huxley, care deținea el însuși această poziție. Când a cerut să i se explice cum de s-a comis o asemenea eroare elementară la Churchill's, i s-a spus că informația le fusese oferită de însuși doctorul Owen. Un coleg naturalist, pe nume Hugh Falconer, l-a prins cam în același timp pe Owen asumându-și meritul pentru una dintre descoperirile sale. Alții l-au acuzat că împrumuta specimene, pentru ca apoi să nege că ar fi făcut așa ceva. Owen a intrat chiar într-o dispută aprinsă cu dentistul reginei în privința asumării meritului pentru o teorie referitoare la fiziologia dinților.

Îi persecuta fără nicio ezitare pe cei care îi dis plăceau. La începutul carierei sale, Owen și-a folosit influența pe lângă Societatea Zoologică pentru a trage înapoi un tânăr, pe nume Robert Grant, a cărui unică vină fusese aceea de a dovedi un talent promițător de anatomist. Grant a descoperit cu uluire că, dintr-odată, i se refuza accesul la specimenele anatomice

de care avea nevoie pentru a-și desfășura cercetările. Incapabil să-și continue munca, el s-a cufundat în obscuritate și dezamăgire, pentru care nici nu poate fi condamnat.

Dar nimeni nu a avut mai mult de suferit din pricina crudelor atenții ale lui Owen decât nenorocitul și tot mai tragicul Gideon Mantell. După ce și-a pierdut soția, copiii, cabinetul medical și cea mai mare parte a colecției de fosile, Mantell s-a mutat la Londra. Acolo, în 1841 – anul fatidic în care Owen avea să atingă culmea gloriei pentru numirea și identificarea dinozaurilor –, Mantell a fost victima unui teribil accident. În vreme ce traversa Clapham Common într-o trăsură, a căzut de pe locul său, s-a încurcat în hățuri și a fost târât în galop, pe un teren accidentat, de caii speriați. În urma accidentului, a rămas strâmb, schilod și cu dureri cronice, având coloana vertebrală afectată ireparabil.

Profitând de starea de slăbiciune a lui Mantell, Owen a pornit să îi șteargă sistematic contribuțiile din datele oficiale, redenumind specii pe care Mantell le denumise cu ani în urmă și asumându-și meritul de a le fi descoperit el însuși. Mantell a încercat în continuare să desfășoare cercetări originale, dar Owen și-a folosit influența pe lângă Academia Regală pentru a se asigura că cea mai mare parte a lucrărilor îi erau respinse. În 1852, incapabil să mai suporte durerea și persecuția, Mantell și-a luat viața. Coloana sa vertebrală deformată a fost detașată și trimisă Colegiului Regal al Chirurgilor, unde – ca să vedeți până unde poate merge ironia sortii – a fost dată în grija lui Richard Owen, director la Hunterian Museum, din cadrul colegiului.

Dar insultele nu se sfârșesc aici. La puțin timp după moartea lui Mantell, în *Literary Gazette* a apărut un necrolog

de o răutate inimaginabilă. În el, Mantell era caracterizat drept un anatomist mediocru, ale cărui modeste contribuții în domeniul paleontologiei fuseseră limitate de „o lipsă de cunoștințe precise”. În necrolog, însăși descoperirea iguanodonului îi era negată și atribuită în schimb lui Cuvier și Owen, printre alții. Deși articolul nu purta nicio semnătură, stilul îi aparținea lui Owen și nimeni din lumea științelor naturale nu s-a îndoit de identitatea autorului.

Cam la aceeași vreme, păcatele lui Owen începuseră să se întoarcă împotriva lui. Prăbușirea sa a început atunci când un comitet al Academiei Regale – în care, întâmplător, deținea funcția de președinte – a decis să-i acorde cea mai înaltă distincție, Medalia Regală, pentru o lucrare pe care o scrisese despre o moluscă dispărută, numită belemnit. După cum notează Deborah Cadbury în excelenta sa relatare asupra acelei perioade, *Terrible Lizard* (*Șopârta îngrozitoare*): „Această lucrare însă nu era atât de originală pe cât păruse”. Belemnitul s-a dovedit a fi fost descoperit cu patru ani înainte de un naturalist amator pe nume Channing Pearce, iar descoperirea fusese descrisă pe larg la o întâlnire a Societății Geologice. Owen fusese prezent la acea întâlnire, dar a uitat să menționeze prezentarea atunci când și-a făcut propriul raport către Academie – unde, deloc întâmplător, a redenumit creatura *Belemnites owenii* în propria onoare. Deși i s-a permis să păstreze Medalia Regală, episodul i-a pătat reputația pentru totdeauna, chiar și în rândul puținilor susținători care îi mai rămăseseră fideli.

În cele din urmă, Huxley a reușit să-i facă lui Owen ceea ce acesta le făcuse altora: a făcut în așa fel încât să fie exclus prin vot din consiliile Academiei Regale și ale Societății Zoologice.

Ca să închidă cercul răsplății binemeritate, Huxley a preluat funcția de Hunterian Professor de la Colegiul Regal al Chirurgilor.

Owen nu avea să mai desfășoare niciodată cercetări importante, dar și-a dedicat a doua parte a carierei sale unei întreprinderi deloc glorioase, pentru care însă avem cu toții motiv să-i fim recunoscători. În 1856 a preluat conducerea secțiunii de istorie naturală de la British Museum și, în această calitate, a devenit forța motrice din spatele creării Muzeului de Istorie Naturală din Londra. Măreața și îndrăgita clădire gotică din South Kensington, deschisă în 1880, stă aproape în întregime ca mărturie a viziunii sale.

Înainte de Owen, muzeele erau făcute în principal pentru uzul și luminarea elitelor și chiar și reprezentanții lor întâmpinau dificultăți în a avea acces la ele. La început, potențialii vizitatori la British Museum trebuiau să depună o cerere scrisă și să treacă de un scurt interviu care decidea dacă erau apti pentru a li se permite accesul. Apoi, veneau a doua oară ca să ridice un bilet – asta în eventualitatea în care trecuseră de interviu – și, în sfârșit, se întorceau a treia oară ca să vadă comorile muzeului. Chiar și atunci, erau mânați în grabă, în grupuri, și nu li se permitea să zăbovească. Owen avea în plan să deschidă porțile pentru toată lumea, mergând chiar până la a-i încuraja pe oamenii simpli să îl viziteze seara, și intenționa să aloce cea mai mare parte din spațiul muzeului exponatelor publice. Ba chiar a venit cu propunerea radicală să se atașeze etichete explicative pentru fiecare exponat, astfel încât oamenii să poată judeca ceea ce văd. Cumva neașteptată a fost opoziția lui T.H. Huxley în această privință, care considera că muzeele trebuie să rămână în

principal instituții de cercetare. Transformând Muzeul de Istorie Naturală într-o instituție publică, Owen a metamorfozat nivelul nostru de așteptare referitor la scopurile unui muzeu.

Dar altruismul față de semenii săi nu l-a făcut să uite de rivalitățile din plan personal. Una dintre ultimele sale acțiuni oficiale a fost o campanie împotriva ridicării unei statui în memoria lui Charles Darwin. A eșuat în această direcție – chiar dacă a obținut cu întârziere un triumf oarecum neașteptat. Astăzi, propria statuie domină, de la baza scării, holul principal al Muzeului de Istorie Naturală, în vreme ce Darwin și T.H. Huxley sunt condamnați la o oarecare obscuritate în cafeneaua muzeului, de unde-i fixează cu o privire gravă pe vizitatorii aflați la o gustare cu ceai și gogoși cu gem.

Am avea toate motivele să presupunem că rivalitățile meschine ale lui Richard Owen au marcat punctul cel mai de jos în istoria paleontologiei secolului al XIX-lea, dar adevărul este că încă nu se văzuse partea cea mai rea, care avea să vină de data aceasta de peste Ocean. În America, în ultimele decenii ale secolului, s-a născut o rivalitate chiar mai spectaculoasă prin încrâncenarea sa, chiar dacă nu la fel de distructivă. Ea s-a desfășurat între doi oameni ciudați și lipsiți de scrupule, Edward Drinker Cope și Othniel Charles Marsh.

Cei doi aveau multe în comun: amândoi erau răzgâiați, ambițioși, egocentrici, certăreți, invidioși, suspicioși și veșnic nefericiți. Ah, și să nu uităm: împreună au schimbat fața paleontologiei.

La început au fost prieteni și s-au admirat reciproc, ba chiar au botezat specii de fosile unul după numele celuilalt și au petrecut împreună o săptămână agreabilă în 1868. Însă între ei a avut loc ceva neplăcut – nimeni nu știe exact ce – și, în mai puțin de un an, a apărut o dușmănie care avea să se transforme într-o ură devoratoare de-a lungul următoarelor trei decenii. Cred că nu greșim dacă spunem că nu există în lumea științei doi oameni care să se fi disprețuit atât de mult.

Marsh, mai în vârstă cu opt ani, era un individ retras și studios, cu o bărbuță îngrijită și aspect ferchezuit, care petrecea puțin timp pe teren, iar în rarele ocazii în care se afla acolo, oricum nu reușea să găsească mare lucru. Într-o vizită făcută pe faimosul câmp cu dinozauri de la Como Bluff, în Wyoming, nu a văzut oasele care, după spusele unui istoric, „zăceau întinse peste tot, precum buștenii”. Dar avea mijloacele financiare să cumpere aproape tot ce-și dorea. Deși provenea dintr-un mediu modest – tatăl lui fiind un fermier din nordul statului New York –, unchiul său era marele om de finanțe, putred de bogat și extrem de îngăduitor George Peabody. Când Marsh și-a manifestat interesul față de istoria naturală, Peabody a dispus să i se construiască la Yale un muzeu și i-a pus la dispoziție fonduri suficiente ca să îl umple cu aproape tot ce-i trecea prin minte.

Cope dispunea mai direct de privilegii – tatăl său era un om de afaceri bogat din Philadelphia – și era mult mai aventuros. În vara anului 1876, în Montana, în vreme ce George Armstrong Custer și trupele sale erau decimați la Little Big Horn, Cope era la vânătoare de oase prin apropiere. Când i s-a spus că probabil nu era cel mai potrivit moment să fure comori de pe pământurile indienilor, Cope s-a gândit un

moment și apoi s-a decis să își continue aventura. Avea un sezon prea bun. La un moment dat, a dat nas în nas cu un grup de indieni Crow, dar a reușit să le câștige simpatia jucându-se cu dintele fals pe care îl tot scotea și-l pune la loc.

Timp de aproximativ un deceniu, animozitatea dintre Marsh și Cope a luat în principal forma atacurilor tăcute, dar în 1877 a erupt la dimensiuni grandioase. În acel an, un profesor pe nume Arthur Lakes a găsit niște oase în apropiere de Morrison, în vreme ce făcea alpinism cu un prieten. Pentru că și-a dat seama că oasele proveneau de la un „saurian gigantic”, Lakes a trimis, prevăzător, câteva mostre atât lui Marsh, cât și lui Cope. Cope, încântat, i-a trimis lui Lakes o sută de dolari pentru efortul său și i-a cerut să nu spună nimănui despre descoperire, cu atât mai puțin lui Marsh. Lakes, nedumerit, i-a cerut lui Marsh să-i trimită oasele lui Cope. Marsh s-a conformat, dar a fost un afront pe care nu avea să-l uite niciodată.

Era începutul unui război între cei doi, care a devenit tot mai înverșunat, josnic și, de multe ori, ridicol. Uneori se ajungea la o asemenea meschinărie, încât săpătorii dintr-o echipă aruncau cu pietre în echipa celuilalt. Odată, Cope a fost prins spionând prin săpăturile lui Marsh. Se insultau reciproc în scris și își băteau joc fiecare de rezultatele celuilalt. Rareori – poate chiar niciodată – știința a fost impulsionată să evolueze atât de rapid și de strălucit prin dușmănie. Pe parcursul următorilor ani, cei doi, la un loc, au reușit să mărească numărul de specii de dinozauri cunoscute în America de la nouă până la aproape o sută cincizeci. Mai toți dinozaurii pe care îi poate recunoaște o persoană obișnuită – stegozaurul, brontozaurul, diplodocul, triceratopsul – au fost

descoperiți de unul dintre ei^{*2}. Din nefericire, lucrau cu o asemenea viteză nesăbuită, încât de multe ori nu își dădeau seama că o descoperire nouă era de fapt ceva deja cunoscut. Împreună, au reușit să „descopere” o specie numită *Uintatheres anceps* de nu mai puțin de douăzeci și două de ori. A fost nevoie de ani buni pentru a clarifica o parte din amalgamul de clasificări pe care le făcuseră cei doi. Unele dintre ele nu au fost clarificate nici până astăzi.

Dintre ei, moștenirea științifică a lui Cope a fost mult mai substanțială. De-a lungul unei cariere de o tenacitate care îți taie respirația, a scris aproape 1.400 de lucrări științifice și a descris aproape 1.300 de noi specii de fosile (de toate tipurile, nu doar de dinozaur), depășind de mai bine de două ori reușitele lui Marsh în ambele privințe. Cope ar fi avut șanse să facă și mai mult, dar, din nefericire, a intrat într-un declin accelerat în ultimii ani de viață. După ce în 1875 a moștenit o adevărată avere, a investit-o prost în argint și a pierdut aproape totul. A ajuns să trăiască într-o cameră dintr-o pensiune din Philadelphia, înconjurat de cărți, hârtii și oase. Spre deosebire de el, Marsh și-a trăit ultimele zile într-un splendid conac din New Haven. Cope a murit în 1897, iar Marsh doi ani mai târziu.

În ultimii ani de viață, Cope a căpătat și o altă obsesie interesantă. A dezvoltat o dorință arzătoare de a fi declarat prototipul pentru *Homo sapiens* – adică oasele sale să fie declarate oficial prototipul pentru rasa umană. În mod normal, prototipul unei specii îl reprezintă primul set de oase descoperite, dar, întrucât pentru *Homo sapiens* nu există un prim set, era un loc vacant pe care Cope dorea să-l ocupe. Dorința sa era ciudată și arogantă, dar nimeni nu a găsit

niciun motiv să i se opună. În acest scop, Cope a lăsat prin testament oasele sale Institutului Wistar, o societate științifică din Philadelphia, întreținută de probabili descendenți ai omniprezentului Caspar Wistar. Din nefericire, după ce oasele au fost pregătite și asamblate, s-a descoperit că prezentau semnele unui sifilis incipient, trăsătură pe care nimeni nu și-ar dori să o conserve ca reprezentând specimenul prototip al propriei rase. Așadar, petiția lui Cope și oasele sale au fost date deoparte cu cea mai mare discreție. Și nici acum nu există încă un prototip pentru omul modern.

Cât despre ceilalți actori ai acestei drame, Owen a murit în 1892, cu câțiva ani înaintea lui Cope și a lui Marsh. Buckland și-a pierdut mințile spre finalul vieții și și-a dus ultimele zile într-o stare de totală ruină, bolborosind într-un azil de nebuni din Clapham, nu departe de locul în care avusese loc accidentul în urma căruia Mantell rămăsese schilodit. Coloana vertebrală răsucită a lui Mantell a fost expusă la Hunterian Museum timp de aproape un secol, înainte de a fi spulberată, parcă într-un act caritabil, de o bombă germană în timpul atacurilor asupra Londrei. Ceea ce a rămas din colecția lui Mantell după moartea acestuia a trecut în posesia copiilor săi și o bună parte din ea a fost dusă în Noua Zeelandă de fiul său, Walter, care a emigrat în 1840. Walter a devenit un Kiwi^{*3} respectat, iar în final a obținut funcția de ministru pentru relațiile cu aborigenii. În 1865 a donat speciemenele valoroase din colecția tatălui său, inclusiv faimosul dinte de iguanodon, Muzeului Colonial (acum Muzeul Noii Zeelande) din Wellington, unde au rămas până în prezent. Dintele de iguanodon de la care a pornit totul – am putea spune chiar cel

mai important dinte din paleontologie – nu mai este expus pentru public.

Firește că vânătorearea de dinozauri nu a luat sfârșit odată cu moartea marilor vânători de fosile din secolul al XIX-lea. Ba chiar, într-o măsură surprinzător de mare, vânătorearea abia începuse. În 1898, anul dintre moartea lui Cope și cea a lui Marsh, s-a descoperit – de fapt, a fost observată – o minunăție de comoară nerevendicată, cu mult mai mare decât tot ce se descoperise până atunci, într-un loc numit Bone Cabin Quarry (Cariera de la Cabana de Os), la numai câțiva kilometri de principala zonă de vânătore a lui Marsh de la Como Bluff, în Wyoming. Acolo aveau să se găsească sute și sute de oase fosile, pe care vremea le scotea la suprafață pe dealuri. Mai mult, erau atât de numeroase, încât cineva construisese din ele o cabană – de unde și numele. În numai primele două sezoane, din acest sit s-au excavat aproape cincizeci de tone de oase străvechi și alte mii de kilograme s-au scos în fiecare dintre cei șase ani de exploatare ce au urmat.

Partea bună este aceea că, până la începutul secolului XX, paleontologii aveau la dispoziție literalmente tone de oase vechi pe care să le examineze. Problema era că nu aveau încă nici cea mai vagă idee cât de vechi erau acestea. Și mai descurajator era faptul că vârsta Pământului, asupra căreia căzuseră de acord, nu putea justifica în mod corespunzător eonii, vârstele și perioadele care, în mod evident, se scurseseră în trecut. Dacă, într-adevăr, Pământul avea numai 20 de milioane de ani vechime, după cum insistase marele lord Kelvin, aceasta însemna că ordine întregi de creaturi

străvechi au apărut și au dispărut practic în aceeași secundă geologică. Pur și simplu nu avea nicio logică.

Și alți oameni de știință și-au îndreptat atenția asupra problemei și au obținut rezultate care nu au făcut decât să adâncească misterul. Samuel Haughton, un geolog respectat de la Trinity College din Dublin, a anunțat o estimare a vârstei Pământului la aproximativ 2.300 milioane de ani – cu mult mai mare decât orice altă sugestie făcută până atunci. Când i s-a atras atenția asupra acestui lucru, și-a refăcut calculele folosind aceleași date și a redus cifra la 153 de milioane de ani. John Joly, tot de la Trinity, a hotărât să dea o șansă ideii lui Edmond Halley cu straturile de sare din ocean, dar această metodă se baza pe atât de multe premise eronate, încât a intrat inevitabil într-o derivă totală. A calculat că Pământul are 89 de milioane de ani vechime – o vârstă care se apropia destul de mult de presupunerile lui Kelvin, dar din nefericire nu și de realitate.

Confuzia era atât de mare, încât, până la sfârșitul secolului al XIX-lea, în funcție de textul pe care îl consultai, puteai afla că numărul de ani dintre noi și zorii vieții complexe din cambrian era de trei milioane, 18 milioane, 600 de milioane, 794 de milioane sau 2,4 miliarde – ori vreun alt număr între aceste limite. Până târziu, spre 1910, una dintre cele mai respectate estimări, cea a americanului George Becker, plasa Pământul la o vârstă de numai 55 de milioane de ani.

Tocmai când lucrurile păreau imposibil de descâlcit, a apărut o altă figură extraordinară, cu o abordare inovatoare. Era un băiat de la o fermă din Noua Zeelandă, cu o purtare deschisă și o minte strălucită, pe nume Ernest Rutherford,

care a adus dovezi aproape imbatabile că Pământul este vechi de cel puțin câteva sute de milioane de ani, dacă nu mai mult.

Remarcabil este faptul că dovezile sale se bazau pe alchimie – naturală, spontană, credibilă științific și fără nicio legătură cu ocultismul, totuși alchimie. Newton nu se înșelase chiar atât de tare, după cum s-a dovedit. Iar cum s-a descoperit exact acest lucru urmează, firește, într-o altă poveste.

*1 În original, în limba engleză: *She sells sea-shells on the sea-shore*. În traducere literală: „Ea vinde scoici pe malul mării” (n.tr.).

*2 Singura excepție notabilă o reprezintă *Tyrannosaurus rex*, descoperit de Barnum Brown în 1902.

*3 Nume dat neozeelandezilor, în special soldaților, de la pasărea națională a Noii Zeelande (n.tr.).

Capitolul 7

Despre elemente

În general, se consideră că știința chimiei, ca ramură onestă și respectabilă, datează din 1661, când Robert Boyle de la Oxford a publicat lucrarea *The Sceptical Chymist* (*Șimistul sceptic*) – prima lucrare care face distincția dintre chimiști și alchimiști –, o tranziție lentă și de multe ori șovăielnică. Până în secolul al XVIII-lea, chimiștii se puteau simți ciudat de confortabil în ambele domenii – precum germanul Johann Becher, care a scris o lucrare sobră și ireproșabilă despre mineralogie, numită *Physica Subterranea*, dar care era foarte sigur că, folosind materialele potrivite, putea deveni invizibil.

Poate că nimic nu întruchipează mai bine natura ciudată și adesea accidentală a chimiei din zilele sale de început decât o descoperire făcută de un german pe nume Hennig Brand în 1675. Brand ajunsese la convingerea că aurul putea fi distilat cumva din urina umană. (Se pare că asemănarea de culoare a constituit un factor în concluziile sale.) A adunat cincizeci de găleți de urină umană, pe care le-a ținut vreme de mai multe luni în beci. Prin diverse procese obscure, a transformat mai întâi urina într-o pastă toxică și apoi într-o substanță ceroasă, translucidă. Niciuna dintre acestea nu a devenit aur, firește, dar s-a întâmplat totuși ceva interesant. După o vreme,

substanța a început să strălucească. Mai mult, când era expusă la aer, de multe ori făcea combustie spontană.

Potențialul comercial al acestui material – care curând a devenit cunoscut sub numele de fosfor, de la rădăcinile din greacă și latină care însemnau „purtător de lumină” – nu a trecut neobservat de oamenii de afaceri dornici de câștig, dar, întrucât era greu de obținut, exploatarea sa s-a dovedit mult prea costisitoare. Un gram de fosfor se vindea cu amănuntul pentru patru șilingi și jumătate – circa zece lire sterline în banii de azi –, adică mai mult decât aurul.

La început, s-a apelat la soldați pentru a oferi materia primă, dar acest aranjament era departe de a asigura necesarul unei producții pe scară industrială. Prin 1750, un chimist suedez pe nume Karl (sau Carl) Scheele a descoperit o cale de a produce fosfor în cantități mari, fără murdăria sau mirosul de urină. În mare parte, acestei bune stăpâniri a fosforului îi datorează Suedia faptul că a devenit și este în continuare unul dintre marii producători de chibrituri ai lumii.

Scheele era, în același timp, un individ extraordinar și extrem de ghinionist. Un umil farmacist fără vreo tangență cu tehnologiile avansate, el a descoperit opt elemente – clorul, fluorul, manganul, bariul, molibdenul, tungstenul, azotul și oxigenul – și nu a primit recunoaștere pentru niciunul dintre ele. De fiecare dată, descoperirile sale fie erau ignorate, fie ajungeau să fie publicate după ce altcineva făcuse aceeași descoperire pe altă cale. De asemenea, a descoperit numeroși compuși folositori, printre care amoniacul, glicerina și acidul tanic, și a fost primul care a înțeles potențialul comercial al

clorului ca înălbitor – toate descoperiri inovatoare, care i-au făcut pe alții extrem de bogați.

Defectul remarcabil al lui Scheele era insistența sa ciudată de a gusta câte puțin din absolut toate substanțele cu care lucra, inclusiv substanțe faimoase pentru gustul lor neplăcut, cum ar fi mercurul, acidul prusic (o altă descoperire a sa) și acidul cianhidric – un compus atât de cunoscut pentru efectul său otrăvitor, încât, o sută cincizeci de ani mai târziu, Erwin Schrödinger l-a ales ca toxina preferată într-un celebru experiment de gândire (vezi p. 163). Nesăbuiința lui Scheele i-a venit în cele din urmă de hac. În 1786, la vârsta de numai patruzeci și trei de ani, a fost găsit mort la masa de lucru, înconjurat de o întreagă gamă de substanțe toxice, astfel încât oricare dintre ele ar fi fost suficientă pentru a explica expresia perplexă și definitivă de pe chipul său.

Dacă am fi trăit într-o lume dreaptă și vorbitoare de limba suedeză, Scheele s-ar fi bucurat de recunoaștere universală. Așa însă, aprecierile s-au îndreptat în general către chimiști mai proeminenți, proveniți în majoritate din lumea vorbitoare de limba engleză. Scheele a descoperit oxigenul în 1772, dar, din motive peste măsură de complicate, cu regret trebuie să vă spun că nu a reușit să-și vadă lucrarea publicată la timp. În schimb, recunoașterea a primit-o Joseph Priestley, care a descoperit același element, independent, dar cu mare întârziere, în vara lui 1774. Și mai remarcabil a fost faptul că Scheele nu a primit recunoașterea pentru descoperirea clorului. Aproape toate textele științifice îi atribuie descoperirea clorului lui Humphry Davy, care chiar l-a descoperit, dar la *treizeci și șase* de ani după Scheele.

Deși în secolul care îi desparte pe Newton și Boyle de Scheele, Priestley și Henry Cavendish chimia a parcurs un drum remarcabil, ea încă mai avea multe de făcut. Până în anii din urmă ai secolului al XVIII-lea (iar în cazul lui Priestley, puțin și după), oamenii de știință de peste tot căutau, iar uneori chiar credeau că au găsit, lucruri care pur și simplu nu existau: gaze viciate, acizi marini deflogistizați, floxe, calxe și, în primul rând, flogiston, substanța despre care se credea că reprezintă agentul activ în combustie. Se presupunea că undeva în toate acestea exista și misteriosul *élan vital*, forța care putea aduce la viață obiectele inanimate. Nimeni nu știa unde se află această substanță eterică, dar două lucruri păreau foarte probabile: că putea fi trezită la viață cu un șoc electric (o noțiune pe care Mary Shelley a exploatat-o din plin în romanul său *Frankenstein*); și că există în unele substanțe, iar în altele nu, motiv pentru care noi am ajuns să avem două ramuri ale chimiei: organică (pentru substanțele despre care se credea că o conțin) și anorganică (pentru cele care nu o conțineau).

Era nevoie de cineva cu o gândire profundă, care să împingă chimia către epoca modernă, iar cei care aveau să-l dea pe acest om au fost francezii. Numele lui era Antoine-Laurent Lavoisier. Născut în 1743, Lavoisier aparținea micii nobilimi (tatăl lui cumpărase un titlu pentru familia sa). În 1768 și-a cumpărat o participație cu drept de practică la o instituție profund disprețuită, numită Ferme Générale (sau Arenda Generală), care colecta taxe și impozite în numele guvernului. Deși, din câte știm despre el, Lavoisier era o persoană blândă și onestă, compania pentru care lucra nu era nici una, nici cealaltă. De exemplu, nu le cerea taxe celor

bogați, ci numai celor săraci și, de multe ori, în mod arbitrar. Lavoisier era interesat de această instituție pentru că îi asigura bunăstarea de care avea nevoie pentru a-și urma principala pasiune, știința. La vârful carierei sale, câștigurile personale ajungeau la 150.000 de livre pe an – până la 12 milioane de lire sterline în banii de azi.

La trei ani după ce și-a început această profitabilă carieră, s-a căsătorit cu fiica unuia dintre șefii săi, în vârstă de paisprezece ani. Căsătoria a fost o uniune a inimilor și a spiritelor. Doamna Lavoisier avea o minte ascuțită și curând a început să lucreze fructuos alături de soțul ei. În ciuda slujbei solicitante și a vieții sociale active, reușeau aproape în fiecare zi să dedice cinci ore științei – două dimineața devreme și trei seara –, precum și întreaga zi de duminică, pe care o numeau *jour de bonheur* (ziua de fericire). Cumva, Lavoisier reușea să-și găsească timpul necesar pentru a fi inspector pentru praful de pușcă, pentru a supraveghea construirea unui zid în jurul Parisului, menit a-i ține pe contrabandiști la distanță, pentru a ajuta la descoperirea sistemului metric și pentru a fi coautor la micul manual *Méthode de nomenclature chimique*, care a devenit cartea de căpătâi pentru stabilirea numelor de elemente.

În calitate de membru în Académie Royale des Sciences, i se cerea de asemenea să demonstreze un interes activ și pertinent față de toate subiectele la ordinea zilei – hipnotism, reforma închisorilor, respirația insectelor, aprovizionarea cu apă a Parisului. Și tocmai în exercitarea acestei calități, în 1780 Lavoisier a emis câteva remarci disprețuitoare la adresa unei noi teorii a combustiei, propusă academiei de către un tânăr om de știință plin de iluzii. Teoria era într-adevăr

greșită, dar omul de știință nu l-a iertat niciodată pe Lavoisier. Numele lui era Jean-Paul Marat.

Singurul lucru pe care Lavoisier nu l-a făcut niciodată a fost acela de a descoperi un element nou. Într-un moment în care aproape orice om care avea un pahar gradat de laborator, o flacără și niște prafuri interesante putea descoperi ceva nou – și în care, nu întâmplător, două treimi dintre elemente așteptau încă să fie găsite –, Lavoisier nu a reușit să dea la iveală nici măcar unul. Cu siguranță nu din lipsă de pahare gradate. Lavoisier avea până la treisprezece mii de astfel de pahare în laboratorul său, cel mai bine dotat laborator privat existent pe atunci, utilat până aproape de limita incredibilului.

În schimb, a luat descoperirile altora și le-a pus într-o formă inteligibilă. S-a descotorosit de flogiston și de gazele mefitice. A identificat oxigenul și hidrogenul drept ceea ce sunt și le-a stabilit amândurora numele moderne. Pe scurt, a introdus în chimie rigoarea, claritatea și metoda.

Iar echipamentul său extravagant s-a dovedit a fi cât se poate de folositor. Ani de-a rândul, el și madame Lavoisier și-au ocupat timpul cu studii minuțioase, care necesitau măsurători dintre cele mai delicate. Au descoperit, de exemplu, că un obiect care ruginește nu pierde din greutate, așa cum presupunea toată lumea, ci dimpotrivă – o descoperire extraordinară. Cumva, pe măsură ce ruginește, obiectul atrage particule de elemente din aer. Atunci a fost evident pentru prima dată faptul că materia poate fi transformată, dar nu eliminată. Dacă ați arde acum această carte, materia din care este alcătuită s-ar transforma în fum și cenușă, dar cantitatea netă de materie din univers ar rămâne

aceeași. Aceasta a devenit cunoscută drept conservarea masei, concept care la vremea sa a fost revoluționar. Din nefericire, a coincis cu un alt gen de revoluție – cea franceză –, iar în privința acesteia Lavoisier și-a ales complet greșit baricada.

Nu numai că era membru al detestatei Ferme Générale, dar construisese cu entuziasm zidul care izolase Parisul – un edificiu atât de disprețuit, încât a fost primul lucru pe care l-au atacat cetățenii revoltați. Folosindu-se de acest lucru ca de o trambulină, în 1791 Marat, acum o voce de frunte în Adunarea Națională, l-a denunțat pe Lavoisier și a sugerat că venise de mult vremea ca acesta să fie spânzurat. La puțin timp după aceea, Ferme Générale a fost închisă. Nu a mai durat mult până când Marat a fost ucis în propria baie de o tânără îndurerată pe nume Charlotte Corday, dar era deja prea târziu pentru Lavoisier.

În 1793, Domnia Terorii, deja intensă, și-a mărit cadența. În octombrie, a fost trimisă la ghilotină Maria Antoaneta. În luna următoare, pe când el și soția sa își făceau planuri tardive de a fugi în Scoția, Lavoisier a fost arestat. În mai, el și alți treizeci și unu de colegi de la Ferme Générale au fost aduși în fața Tribunalului Revoluționar (într-o sală de judecată în care trona maiestuos bustul lui Marat). Opt dintre ei au fost achitați, dar Lavoisier și ceilalți au fost duși direct în Place de la Révolution (acum Place de la Concorde), unde era amplasată cea mai solicitată ghilotină din Franța. Lavoisier a privit cum este decapitat socrul său, apoi a urcat treptele să-și înfrunte soarta. La mai puțin de trei luni după aceea, pe 27 iulie, Robespierre a fost trimis pe lumea cealaltă în același fel și în același loc, după care Domnia Terorii s-a încheiat brusc.

La o sută de ani de la moartea sa, la Paris s-a ridicat o statuie a lui Lavoisier, care a fost îndelung admirată, până când cineva a remarcat că nu semăna deloc cu el. Supus la interogatoriu, sculptorul a recunoscut că folosisese capul marchizului de Condorcet, matematician și filosof – se pare că avea unul care-i prisosea –, în speranța că nu își va da nimeni seama sau că, dacă își dădea seama, nu-i va păsa. În cea de-a doua privință avea perfectă dreptate. Statuia lui Lavoisier-cum-Condorcet a rămas la locul ei vreme de încă o jumătate de secol, până la al Doilea Război Mondial, când într-o bună dimineată a fost dată jos și topită pentru refolosirea metalului.

La începutul secolului al XIX-lea, în Anglia a apărut moda de a inhala protoxid de azot, adică gaz ilariant, după ce s-a descoperit că administrarea sa „era acompaniată de o intensă emoție a plăcerii”. În următoarea jumătate de secol, el avea să devină drogul preferat al tinerilor. O vreme, aceasta a reprezentat preocuparea aproape exclusivă a unei instituții academice, Askesian Society. Teatrele au lansat „serile de gaz ilariant”, în timpul cărora voluntarii se alimentau cu o gură zdravănă și apoi făceau deliciul audienței cu clătinările și împiedicările lor comice.

Abia în 1846 cineva s-a învrednicit să găsească o aplicație practică pentru protoxidul de azot: anestezic. Dumnezeu știe câte zeci de mii de oameni au suferit inutil dureri agonizante sub bisturiul chirurgilor, doar pentru că nimeni nu s-a gândit la cea mai evidentă aplicație practică a acestui gaz.

Am menționat acest lucru ca să arăt că, deși a avansat atât de mult în secolul al XVIII-lea, chimia și-a pierdut oarecum direcția în primele decenii ale secolului al XIX-lea, cam în

același fel în care avea să și-o piardă și geologia în primele decenii ale secolului XX. Pe de o parte, asta se putea explica prin absența aparatelor – de exemplu, mașinile centrifuge nu au existat înainte de a doua jumătate a secolului, ceea ce a restricționat drastic gama de experimente practicabile –, iar pe de altă parte era o problemă socială. În general, chimia era considerată o știință pentru oamenii de afaceri, pentru cei care lucrau cu cărbune, potasă și vopseluri, și nu pentru gentlemenii, care erau de regulă atrași de geologie, istorie naturală și fizică. (Acest lucru era ceva mai puțin adevărat în Europa continentală decât în Marea Britanie, dar numai într-o măsură foarte mică.) Cred că este elocvent faptul că una dintre cele mai importante observații ale secolului, mișcarea browniană, care a demonstrat natura activă a moleculelor, nu i-a aparținut unui chimist, ci unui botanist scoțian, Robert Brown. (Observația lui Brown din 1827 s-a referit la faptul că micile granule de polen care pluteau pe suprafața apei își continuau mișcarea la nesfârșit, indiferent cât timp ar fi așteptat să se liniștească. Cauza acestei mișcări permanente – mai exact, acțiunile moleculelor invizibile – a fost multă vreme un mister.)

Poate că lucrurile ar fi stat și mai rău dacă nu ar fi existat un personaj fascinant prin straniețea lui, contele de Rumford, care, în ciuda măreției titlului său, și-a început viața în Woburn, Massachusetts, în 1753, sub simplul nume de Benjamin Thompson. Thompson era energic și ambițios, „plăcut la chip și maniere”, uneori curajos și peste măsură de deștept. Nu era însă tulburat de nicio piedică atât de supărătoare precum scrupulele. La vârsta de nouăsprezece ani, s-a căsătorit cu o văduvă bogată, cu paisprezece ani mai

mare decât el, dar la izbucnirea revoluției în colonii judecata l-a înșelat, alegând să fie de partea loialiștilor; o vreme, chiar a spionat pentru aceștia. În anul fatidic 1776, când urma să fie arestat „pentru lipsă de entuziasm față de cauza libertății”, și-a abandonat soția și copilul, luându-și tălpășița din fața unei mulțimi de antiregaliști înarmați cu găleți cu smoală fierbinte și pungi cu pene și animați de cea mai sinceră dorință de a-l împodobi din plin cu amândouă.

A debarcat mai întâi în Anglia și apoi în Germania, unde a servit drept consilier militar pentru guvernul Bavariei; a impresionat autoritățile într-atât, încât în 1791 a fost numit conte de Rumford al Sfântului Imperiu Roman. Pe când se afla la München, a proiectat și a construit faimosul parc cunoscut sub numele de Grădina Englezească.

Între aceste ocupații, și-a găsit cumva timpul necesar pentru a desfășura o extinsă și serioasă activitate științifică. A devenit autoritatea numărul unu în lume în termodinamică și a fost primul care a elucidat principiile convecției pentru fluide și circulația curenților oceanici. De asemenea, a inventat câteva obiecte folositoare, printre care o cafetieră, îmbrăcămintea termoizolantă și un gen de amenajare cunoscut și acum sub numele de șemineul Rumford. În timpul unui sejur în Franța din 1805, a curtat-o pe madame Lavoisier, văduva lui Antoine-Laurent, luând-o apoi de soție. Căsnicia a fost un eșec, cei doi despărțindu-se la scurt timp. Rumford a rămas mai departe în Franța, unde a și murit în 1814, înconjurat de stima tuturor, mai puțin de a fostelor sale soții.

Am decis să îl menționăm aici pentru că în 1799, într-un interludiu relativ scurt la Londra, a fondat Institutul Regal, încă una dintre numeroasele instituții academice care s-au ivit

ca ciupercile după ploaie în toată Marea Britanie la sfârșitul secolului al XVIII-lea și începutul secolului al XIX-lea. O vreme, a fost aproape unica instituție de înaltă ținută care a promovat activ tânăra știință a chimiei, iar aceasta s-a datorat aproape exclusiv unui tânăr strălucit pe nume Humphry Davy, care a fost numit profesorul de chimie al instituției la scurt timp după înființarea acesteia și și-a creat cu rapiditate faima de extraordinar conferențiar și experimentator productiv.

La puțin timp după ce și-a ocupat funcția, Davy a început să dea la iveală noi elemente, unul după altul – potasiul, sodiul, magneziul, calciul, stronțitul, aluminiul sau aluminul^{*1}. Faptul că a descoperit atât de multe elemente nu se datorează atât unei cascade de accese de genialitate, cât faptului că a dezvoltat o tehnică ingenioasă de a aplica electricitate unei substanțe topite – ceea ce numim acum electroliză. A descoperit în total douăsprezece elemente, o cincime din totalul celor cunoscute la acea vreme. Poate că Davy ar fi obținut mult mai multe succese dacă, din nefericire, nu ar fi căpătat în tinerețe o atracție statornică pentru plăcerile euforice ale gazului ilariant. S-a atașat atât de mult de acest gaz, încât trăgea din el (literalmente) de trei-patru ori pe zi. Se spune că, în cele din urmă, gazul i-a venit de hac în 1829.

Din fericire, prin alte părți ale lumii se aflau și indivizi mai puțin amețiți, care munciau. În 1808, un quaker sever pe nume John Dalton a devenit prima persoană care a făcut cunoscută natura atomului (progres pe care îl vom discuta mai în detaliu puțin mai târziu), iar în 1811 un italian cu un nume cum nu se poate mai expeditiv, Lorenzo Romano Amadeo Carlo Avogadro, conte de Quarequa și Cerreto, a făcut o descoperire care avea să se dovedească extrem de

semnificativă pe termen lung – anume aceea că, dacă două volume egale de gaze de orice tip sunt ținute la aceeași presiune și la aceeași temperatură, vor conține un număr egal de molecule.

Principiul lui Avogadro, căci așa a devenit el cunoscut, seducător prin simplitatea lui, prezenta două trăsături notabile. Prima este aceea că oferă un punct de pornire pentru o măsurătoare mai exactă a dimensiunilor și greutateii atomilor. Folosind matematica lui Avogadro, chimiștii au reușit în cele din urmă să descopere, de exemplu, că un atom obișnuit are un diametru de 0,00000008 cm, ceea ce reprezintă o dimensiune cu adevărat foarte mică. Și a doua trăsătură ar fi că, vreme de cincizeci de ani, aproape nimeni nu a știut de el^{*2}.

În parte, aceasta s-a datorat faptului că Avogadro însuși era un tip retras – lucra singur, corespundea foarte puțin cu alți confrăți în ale științei, publica foarte puține lucrări și nu participa la niciun fel de reuniuni –, dar să nu uităm că nici nu se țineau reuniuni la care să participe și nici prea multe reviste de chimie în care să publice nu existau. Iată un aspect destul de curios; revoluția industrială a fost determinată în bună parte de succesele în ramura chimiei și totuși chimia, ca știință organizată, abia dacă număra câteva decenii de existență.

Societatea de Chimie din Londra a fost fondată abia în 1841 și a publicat un jurnal periodic abia din 1848, moment la care majoritatea societăților științifice din Marea Britanie – geologică, de geografie, zoologică, horticolă și Linnaeană (pentru naturaliști și botaniști) – aveau cel puțin douăzeci de ani vechime, iar în câteva cazuri, chiar mai mult. Institutul de

Chimie rival a luat ființă abia în 1877, la un an după fondarea Societății Americane de Chimie. Întrucât chimia se organiza în pas de melc, veștile despre importante descoperiri ale lui Avogadro din 1811 au început să circule abia odată cu primul congres internațional de chimie de la Karlsruhe din 1860.

Cum chimiștii lucrau de atâta vreme în izolare, nici convențiile nu se puteau fixa mai rapid. Până după a doua jumătate a secolului, și chiar mai bine, formula H_2O_2 putea însemna apă pentru un chimist și peroxid de hidrogen pentru altul. Formula C_2H_4 putea însemna etilenă sau metan. Aproape că nu exista moleculă care să aibă o formulă uniformă.

În plus, chimiștii foloseau o varietate năucitoare de simboluri și abrevieri, de multe ori invenții proprii. J.J. Berzelius din Suedia a introdus o măsură extrem de necesară pentru a ordona aceste chestiuni, decretând că elementele se vor abrevia exclusiv pornind de la numele lor grecesc sau latinesc, motiv pentru care abrevierea pentru fier este Fe (de la latinescul *ferrum*), iar pentru argint este Ag (de la latinescul *argentum*). Faptul că atât de multe abrevieri se potrivesc cu denumirile lor englezești (O pentru oxigen/*oxygen*, H pentru hidrogen/*hydrogen* și altele) este dovada influenței limbii latine asupra limbii engleze, și nu a vreunui statut privilegiat al ei. Pentru a indica numărul de atomi dintr-o moleculă, Berzelius a folosit o notare cu exponenți – de exemplu, H^2O . Mai târziu, fără vreun motiv special, s-a instalat moda să se scrie numărul ca indice: H_2O .

În ciuda unor curățenii ocazionale, până la jumătatea secolului al XIX-lea chimia era un fel de talmeș-balmeș, motiv pentru care toată lumea a fost fericită atunci când, în 1869, s-a

ivit figura proeminentă a unui profesor cu aer de nebun de la Universitatea din Sankt-Petersburg, pe nume Dmitri Ivanovici Mendeleev.

Mendeleev (scris uneori Mendeleyev sau Mendeléef) s-a născut în 1834 la Tobolsk, în vestul îndepărtat al Siberiei, într-o familie educată, relativ prosperă și foarte numeroasă – atât de numeroasă, încât istoria nici măcar nu a reținut cât de mulți erau alde Mendeleev: unele surse susțin că erau paisprezece copii, altele spun că erau șaptesprezece. În orice caz, toate sursele sunt de acord că Dmitri era cel mai tânăr. Familia Mendeleev a avut partea sa de ghinioane. Când Dmitri era mic, tatăl lui, directorul școlii din localitate, a orbit, iar mama sa a trebuit să meargă să muncească. O femeie de toată isprava, după cum se vede, aceasta a ajuns într-un final directoarea unei fabrici de sticlă de succes. Toate au mers bine până în 1848, când fabrica a ars din temelii, iar familia a rămas pe drumuri. Hotărâtă să-i ofere celui mai mic dintre copiii ei o educație bună, uluitoarea doamnă Mendeleev a pornit spre Sankt-Petersburg cu micul Dmitri, făcând autostopul de-a lungul a șase mii de kilometri – echivalentul unei călătorii de la Londra până în Guineea Ecuatorială – și l-a lăsat la Institutul de Pedagogie. Epuizată de atât efort, a murit la scurt timp după aceea.

Mendeleev și-a urmat studiile cu sârguință și, în final, a obținut un post la universitatea din localitate. Acolo a fost un chimist competent, dar fără să strălucească, fiind cunoscut mai curând pentru părul și barba în dezordine, pe care și le potrivea din foarfecă o singură dată pe an, decât pentru talentele sale în laborator.

Însă în 1869, la vârsta de treizeci și cinci de ani, a început să cocheteze cu ideea unei modalități de a ordona elementele. La acea vreme, acestea erau grupate de regulă în două feluri – fie după greutatea atomică, folosind principiul lui Avogadro, fie după proprietățile lor comune (de exemplu, dacă erau gaze sau metale). Noutatea ideii lui Mendeleev a fost aceea că și-a dat seama că cele două se pot combina într-un singur tabel.

Cum se întâmplă deseori în știință, principiul fusese anticipat de un chimist amator din Anglia, pe nume John Newlands. Acesta a afirmat că, atunci când erau aranjate după greutate, elementele păreau să prezinte anumite proprietăți repetitive – într-un anume fel, să se armonizeze – la fiecare a opta poziție de-a lungul scărilor. Ușor nechibzuit, deoarece acestei idei încă nu-i venise vremea, Newlands a numit-o Legea Octavelor și a asemuit-o cu aranjamentul octavelor de pe claviatura pianului. Poate că modalitatea de prezentare a lui Newlands era oarecum hazardată, dar, în orice caz, ideea a fost considerată în esență aberantă, iar oamenii și-au bătut joc de ea. La întruniri, membrii mai mucaliți ai audienței îl întrebau uneori dacă le putea cere elementelor să le cânte ceva. Descurajat, Newlands a renunțat să-și dezvolte ideea și curând a dispărut complet din peisaj.

Mendeleev a folosit o abordare ușor diferită, plasând elementele în grupuri de câte șapte, dar a brodat practic în jurul aceleiași premise fundamentale. Și deodată, aceeași idee a devenit acum genială, căpătând o spectaculoasă valoare instructivă. Întrucât proprietățile se repetau periodic, invenția a devenit cunoscută sub numele de Tabelul periodic.

Se spune că Mendeleev s-ar fi inspirat din jocul de cărți cunoscut în America de Nord drept solitaire și pasiență în alte

părți, în care cărțile sunt aranjate orizontal după culoare și vertical după număr. Folosind un concept în bună parte similar, el a aranjat elementele în șiruri orizontale, numite perioade, și în coloane verticale, numite grupe. Astfel se reliefa imediat un set de relații atunci când erau citite de sus în jos și de jos în sus și un alt set atunci când erau citite de la stânga la dreapta sau invers. Mai exact, coloanele verticale reunesc elemente chimice cu proprietăți similare. Astfel, aurul stă sub argint, iar argintul stă sub cupru datorită asemănărilor lor chimice ca metale, în vreme ce heliul, neonul și argonul aparțin unei coloane conținând gaze. (Factorul care determină ordonarea lor este în realitate ceva ce se numește valențele electronilor, iar dacă vreți să le înțelegeți exact, e mai bine să vă înscrieți la niște cursuri serale.) Șirurile orizontale aranjează elementele chimice în ordine crescătoare, în funcție de numărul de protoni din nucleu – cunoscut sub numele de număr atomic.

Vom discuta despre structura atomilor și semnificația protonilor în următorul capitol; pentru moment, nu trebuie decât să apreciem principiul organizator: hidrogenul are un singur proton și, prin urmare, are numărul atomic unu, fiind deci primul în tabel; uraniul are nouăzeci și doi de protoni și, prin urmare, se află aproape de capătul tabelului, întrucât are numărul atomic nouăzeci și doi. În această privință, după cum sublinia Philip Ball, chimia este doar o chestiune de numărătoare. (În treacăt fie spus, numărul atomic nu trebuie confundat cu masa atomică, adică numărul de protoni și de neutroni din atomul unui element dat.)

Mai rămăseseră încă multe lucruri necunoscute și neînțelese. Hidrogenul este cel mai abundent element al

universului și totuși nimeni nu avea să ghicească acest lucru în următorii treizeci de ani. Heliul, al doilea element cantitativ, fusese descoperit cu numai un an înainte – existența sa nu fusese nici măcar bănuită –, și atunci nu pe Pământ, ci în Soare, unde a fost observat cu un spectroscop în timpul unei eclipse solare, motiv pentru care a fost denumit după zeul grec al soarelui, Helios. A fost izolat abia în 1895. Chiar și așa, grație invenției lui Mendeleev, chimia se afla acum pe o bază solidă.

Pentru cei mai mulți dintre noi, Tabelul periodic reprezintă o abstracțiune frumoasă, dar pentru chimiști acesta a introdus imediat o ordine concretă și clară, ale cărei beneficii întrec orice binemeritată laudă. „Fără niciun dubiu, Tabelul periodic al elementelor chimice este cel mai elegant tabel de ordonare inventat vreodată”, scria Robert E. Krebs în *The History and Use of Our Earth's Chemical Elements (Istoria și folosirea elementelor chimice de pe Pământ)* – și aceste sentimente se regăsesc practic în toate istoriile chimiei existente.

Astăzi avem „în jur de o sută douăzeci” de elemente cunoscute – cele nouăzeci și două care apar în mod natural, plus vreo două duzini create în laboratoare. Numărul exact este oarecum discutabil, deoarece elementele grele, sintetizate există numai pentru câteva nanosecunde, iar chimiștii se îndoiesc uneori că ele au fost cu adevărat detectate. În vremea lui Mendeleev, existau numai șaiszeci și trei de elemente cunoscute, dar tocmai în aceasta a constatat genialitatea lui: și-a dat seama că elementele care erau cunoscute la acel moment nu alcătuiau paleta completă și că lipseau încă multe piese. Tabelul său prezicea cu o acuratețe liniștitoare unde aveau să

se plaseze elementele noi atunci când aveau să fie descoperite.

1 H		TABELUL PERIODIC AL ELEMENTELOR CHIMICE																2 He																	
3 Li		4 Be																		5 B		6 C		7 N		8 O		9 F		10 Ne					
11 Na		12 Mg																		13 Al		14 Si		15 P		16 S		17 Cl		18 Ar					
19 K		20 Ca		21 Sc		22 Ti		23 V		24 Cr		25 Mn		26 Fe		27 Co		28 Ni		29 Cu		30 Zn		31 Ga		32 Ge		33 As		34 Se		35 Br		36 Kr	
37 Rb		38 Sr		39 Y		40 Zr		41 Nb		42 Mo		43 Tc		44 Ru		45 Rh		46 Pd		47 Ag		48 Cd		49 In		50 Sn		51 Sb		52 Te		53 I		54 Xe	
55 Cs		56 Ba		LANTANIDE		72 Hf		73 Ta		74 W		75 Re		76 Os		77 Ir		78 Pt		79 Au		80 Hg		81 Tl		82 Pb		83 Bi		84 Po		85 At		86 Rn	
87 Fr		88 Ra				104 Rf		105 Db		106 Sg		107 Bh		108 Hs		109 Mt		110 Uun		111 Uuu		112 Uub													
						57 La		58 Ce		59 Pr		60 Nd		61 Pm		62 Sm		63 Eu		64 Gd		65 Tb		66 Dy		67 Ho		68 Er		69 Tm		70 Yb		71 Lu	
						89 Ac		90 Th		91 Pa		92 U		93 Np		94 Pu		95 Am		96 Cm		97 Bk		98 Cf		99 Es		100 Fm		101 Md		102 No		103 Lr	

În treacăt fie spus, nimeni nu știe până la cât ar putea ajunge numărul elementelor, deși o masă atomică mai mare de o sută șazeci și opt este considerată „pură speculație”; însă este o certitudine faptul că tot ce va fi descoperit se va încadra perfect în marea schemă a lui Mendeleev.

Secolul al XIX-lea mai pregătea o mare surpriză pentru chimiști. A început în 1896, când Henri Becquerel din Paris a uitat, neglijent, un pachet cu săruri de uraniu pe o plachetă fotografică împachetată, într-un sertar. Mai târziu, când a scos plăcuța, a descoperit cu surprindere că sărurile lăsaseră o marcă imprimată pe ea, ca și cum plăcuța ar fi fost expusă la lumină. Sărurile emiteau un fel de raze.

Având în vedere importanța descoperirii, Becquerel a făcut un lucru complet neașteptat: a încredințat-o unui student de la cursurile postuniversitare să o studieze. Din fericire, studentul era o emigrantă nou-venită din Polonia, pe nume Marie Curie. Aceasta, lucrând alături de proaspătul ei soț, Pierre, a descoperit că anumite tipuri de roci emiteau constant cantități extraordinare de energie, fără să își diminueze dimensiunile sau să se schimbe într-un mod evident. Ceea ce nu știau ea și soțul ei – și nu avea să știe nimeni până în deceniul următor, când Einstein urma să explice cum stau lucrurile – era faptul că rocile transformau masa în energie cu o extraordinară eficiență. Marie Curie a botezat acest efect „radioactivitate”. În decursul muncii lor, soții Curie au descoperit și două elemente noi – poloniul, pe care l-au denumit după țara lor natală, și radiul. În 1903 soții Curie și Becquerel au primit împreună Premiul Nobel pentru fizică. (Marie Curie avea să primească un al doilea Nobel în 1911 pentru chimie, devenind singurul om de știință care a câștigat acest premiu atât pentru chimie, cât și pentru fizică.)

La Universitatea McGill din Montréal, tânărul de origine neozeelandeză Ernest Rutherford devenea pasionat de noile materiale radioactive. Împreună cu un coleg pe nume Frederick Soddy, a descoperit că în aceste cantități mici de materie se ascundeau rezerve imense de energie și că degradarea radioactivă a acestor rezerve putea explica cea mai mare parte din încălzirea Pământului. Au descoperit, de asemenea, că elementele radioactive se descompun în alte elemente – că într-o zi poți avea un atom de uraniu, să zicem, pentru ca a doua zi să găsești unul de plumb. Un lucru cu adevărat extraordinar! Era alchimie pură; nimeni nu-și

imaginase vreodată că acest lucru se putea întâmpla natural și spontan.

Fire întotdeauna pragmatică, Rutherford a fost primul care și-a dat seama că acest lucru ar putea avea aplicații practice valoroase. A observat că pentru orice eșantion de material radioactiv era nevoie de același interval de timp pentru dezintegrarea unei jumătăți din eșantion – faimosul timp de înjumătățire^{*3} – și că această rată constantă, certă de dezintegrare poate fi folosită ca un fel de ceas. Calculând în sens invers, de la cantitatea de radiație pe care materialul o are acum și de la viteza de dezintegrare, se poate afla vârsta acestuia. Rutherford a testat o bucată de minereu de uraniu și a descoperit că este veche de 700 de milioane de ani – mult mai veche decât vârsta pe care majoritatea oamenilor erau dispuși să o acorde Pământului.

În primăvara lui 1904, Rutherford a făcut o călătorie la Londra pentru a ține o conferință la Institutul Regal – augusta organizație fondată de contele de Rumford cu numai o sută cinci ani înainte; numai că acea epocă a perucilor pudrate părea acum un eon îndepărtat, în comparație cu robustețea întreprinzătoare a victorienilor târzii. Rutherford se afla acolo pentru a vorbi despre noua teorie a dezintegrării prin radioactivitate, iar pentru demonstrație și-a prezentat bucata de blendă. Plin de tact – pentru că în auditoriu se afla de-acum vârstnicul Kelvin, chiar dacă nu întotdeauna complet treaz –, a subliniat că însuși Kelvin sugerase că descoperirea unei surse alternative de căldură avea să-i arunce în aer calculele. Rutherford descoperise acea sursă alternativă. Grație radioactivității, Pământul putea fi – și era de la sine înțeles

acum că este – mult mai bătrân decât cele 24 de milioane de ani pe care i le acordau calculele finale ale lui Kelvin.

Kelvin s-a arătat încântat de prezentarea respectuoasă a lui Rutherford, dar nu s-a lăsat clintit. El nu a acceptat niciodată noile cifre revizuite și, până în ultima zi a vieții lui, a considerat că studiile asupra vârstei Pământului reprezintă cea mai inteligentă și mai importantă contribuție a sa la știință – mult mai importantă decât lucrările din domeniul termodinamicii.

Cum s-a întâmplat cu majoritatea revoluțiilor științifice, noile descoperiri ale lui Rutherford nu au fost primite cu brațele deschise peste tot. John Joly din Dublin a insistat cu încăpățănare până în anii 1930 că Pământul nu este mai vechi de 89 de milioane de ani, iar insistențele nu i-au fost oprite decât de moarte. Alții au început să se îngrijoreze că Rutherford le-ar pune acum la dispoziție prea mult timp. Dar, chiar folosind datarea radiometrică, așa cum au ajuns să fie denumite măsurătorile în funcție de degradare, aveau să treacă mai multe decenii până să ajungem la o estimare cu o marjă de eroare de aproximativ un miliard de ani față de vârsta reală a Pământului. Știința se afla pe calea cea bună, dar mai avea încă un drum lung de parcurs.

Kelvin a murit în 1907. Același an a adus și moartea lui Dmitri Mendeleev. Asemenea lui Kelvin, își încheiase demult partea activă a vieții, dar anii săi din urmă nu au fost nici pe departe la fel de liniștiți. Pe măsură ce îmbătrânea, Mendeleev devenea tot mai excentric – a refuzat să accepte existența radiației sau a electronului și a aproape oricărei noutăți – și mai dificil. Ultimele sale decenii de viață s-au scurs în cea mai mare parte printre ieșiri furtunoase din laboratoare și

amfiteatre din întreaga Europă. În 1955 elementul cu numărul 101 a fost numit mendeleviu, în onoarea sa. „Cum nu se poate mai potrivit”, a remarcat Paul Strathern, „este un element instabil”.

Firește că radiația și-a continuat drumul, la propriu, și încă pe căi de nimeni bănuite. La începutul anilor 1900, Pierre Curie a început să dea semne vizibile de boală provocată de radiații – în principal, dureri surde în oase și stări cronice de rău –, care ar fi avansat fără îndoială în mod neplăcut. Nu vom ști niciodată cu exactitate, deoarece în 1906 a suferit un accident fatal, fiind călcat de o trăsură pe când traversa o stradă din Paris.

Marie Curie și-a petrecut restul vieții cu cercetări distinse în domeniu, contribuind la fondarea valorosului Institut al Radiului din cadrul Universității din Paris în 1914. În ciuda celor două Premii Nobel câștigate, ea nu a fost niciodată aleasă membră a Academiei de Științe, în mare parte deoarece, după moartea lui Pierre, a întreținut o legătură cu un fizician căsătorit, suficient de indiscret încât să-i scandalizeze până și pe francezi – sau, cel puțin, pe venerabilii care conduceau Academia, ceea ce este, cred eu, altă poveste.

Multă vreme s-a presupus că orice lucru care aduce o energie atât de miraculoasă ca radioactivitatea trebuie să fie benefic. Ani de-a rândul, producătorii de pastă de dinți și laxative au adăugat toriu în produsele lor și, cel puțin până la finele anilor 1920, hotelul Glen Springs din regiunea Finger Lakes din New York (și, fără îndoială, mulți alții) a lăudat plin de mândrie efectele terapeutice ale „izvoarelor minerale radioactive”. Abia în 1938 a fost interzisă introducerea acestor elemente în produsele de consum. Era însă prea târziu pentru

Madame Curie, care murise de leucemie în 1934. Radiația este atât de pernicioasă și de rezistentă în timp, încât, chiar și acum, lucrările sale din anii 1890 – ba chiar și cărțile sale de bucate – sunt mult prea periculoase pentru a fi atinse. Cărțile ei de laborator sunt ținute în cutii protejate cu plumb și toți cei care doresc să le vadă trebuie să poarte echipament de protecție.

Grație muncii devotate și de mare risc a primilor oameni de știință din domeniul atomic, chiar dacă ei înșiși nici măcar nu-l bănuiau, până în primii ani ai secolului XX s-a aflat cu certitudine că Pământul avea o vârstă neîndoielnic venerabilă, deși mai era nevoie de încă o jumătate de secol de știință înainte ca cineva s-o poată aproxima corect. Între timp, știința era pe cale să deschidă o nouă eră în propria evoluție: era atomică.

*1 În limba engleză, confuzia în legătură cu scrierea *aluminum* sau *aluminium* a apărut din cauza unei indecizii – care de altfel nu-i stătea deloc în fire – din partea lui Davy. Când a izolat pentru prima dată acest element, în 1808, l-a numit *alumium*. Dintr-un motiv oarecare, s-a răzgândit și l-a schimbat în *aluminum* patru ani mai târziu. Americanii au preluat conștiincioși termenul nou, dar multor britanici nu le-a plăcut varianta *aluminum*, pentru că, au obiectat ei, întrerupea modelul în *-ium* care se formase odată cu seria *sodium*, *calcium* și *strontium*, așa că au adăugat o vocală. Printre realizările lui Davy se numără și inventarea căștii de protecție pentru mineri.

*2 Principiul a condus la adoptarea, mult mai târziu, a numărului lui Avogadro, o unitate de măsură de bază în

chimie, reprezentând numărul de molecule care se găsesc în 2,016 grame de gaz de hidrogen (sau un volum echivalent din orice alt gaz). Constanta a primit numele lui Avogadro la mult timp după moartea acestuia. Valoarea sa este fixată la $6,0221367 \times 10^{23}$, adică un număr extraordinar de mare. Studenții de la chimie s-au amuzat vreme îndelungată analizând cât de mare este acest număr, așa că vă pot transmite că este echivalent cu numărul de boabe de porumb pentru floricele necesare pentru a acoperi Statele Unite sub un strat de cincisprezece kilometri grosime, sau numărul de cești de apă din Oceanul Pacific, sau numărul de cutii de băuturi răcoritoare care, distribuite egal, ar acoperi Pământul într-un strat cu o adâncime de trei sute douăzeci de kilometri. Un număr echivalent de monede americane de un penny ar fi suficient pentru a garanta fiecărei persoane de pe Pământ o avere de mii de miliarde de dolari. Chiar este un număr mare.

*3 Dacă v-a chinuit vreodată întrebarea cum decid atomii care jumătate va dispărea și care jumătate va supraviețui pentru următoarea etapă, răspunsul este că ideea de timp de înjumătățire este de fapt o convenție statistică – un fel de tabel actuarial, doar că pentru elemente. Imaginați-vă că aveți un eșantion de material cu un timp de înjumătățire de treizeci de secunde. Aceasta nu înseamnă că fiecare atom din eșantion va exista vreme de exact treizeci, șaiszeci sau nouăzeci de secunde ori vreo altă perioadă strict delimitată. Fiecare atom va supraviețui o perioadă complet aleatorie care, în realitate, nu are nimic de-a face cu multiplii de treizeci; ar putea dura două

secunde din acest moment sau s-ar putea învârti pe aici ani, decenii sau secole de acum încolo. Nimeni nu știe. Ce putem susține însă este că, pentru eșantionul luat în ansamblu, rata de dispariție va fi astfel stabilită încât jumătate dintre atomi vor dispărea la fiecare treizeci de secunde. Cu alte cuvinte, este o rată medie, pe care o puteți aplica unor eșantioane de orice dimensiuni. De exemplu, cineva a calculat că moneda de zece cenți americană are un timp de înjumătățire de circa treizeci de ani.

Partea a III-a

Zorii unei noi ere



„Un fizician este modul în care atomii
gândesc despre atomi.”

Anonim

Capitolul 8

Universul lui Einstein

Pe măsură ce secolul al XIX-lea se apropia de final, oamenii de știință puteau privi înapoi și constata cu satisfacție că dăduseră de cap celor mai multe dintre misterele lumii fizice: electricitatea, magnetismul, gazele, optica, acustica, cinetica, mecanica statistică, pentru a numi doar câteva, se așterneau acum cuminiți și ordonate la picioarele lor. Descoperiseră razele X, razele catodice, electronul, radioactivitatea, inventaseră ohmul, wattul, kelvinul, jouleul, amperul și micuțul erg.

Dacă ceva putea fi oscilat, accelerat, perturbat, distilat, combinat, cântărit sau transformat în gaz, o făcuseră deja, iar pe parcurs descoperiseră un corp de legi universale cu atâta greutate și măreție, încât noi încă avem tendința să le scriem cu majuscule: Teoria Ondulatorie a Luminii, Legea Proporțiilor Echivalente a lui Richter, Legea Gazelor a lui Charles, Legea Gay-Lussac, Principiul Zero, Conceptul de Valență, Legile Acțiunii Masei și multe altele, nenumărate. Întreaga lume zornăia și pufăia de mașinile și instrumentele pe care le produsese ingeniozitatea umană. Mulți înțelepți credeau că științei nu-i mai rămăsese mare lucru de descoperit.

În 1875, când un tânăr neamț din Kiel pe nume Max Planck încerca să hotărască dacă să-și dedice viața matematicii sau fizicii, i s-a cerut stăruitor să nu aleagă fizica, deoarece toate marile descoperiri fuseseră deja făcute. A fost asigurat că următorul secol avea să fie unul al consolidărilor și al cizelării, și nu al revoluțiilor. Însă Planck nu a ascultat de nimeni. A studiat fizica teoretică și s-a cufundat trup și suflet în studiul entropiei, proces care stă la baza termodinamicii și care părea să promită multe unui tânăr ambițios^{*1}. În 1891 a venit cu propriile rezultate și, spre marea sa dezamăgire, a aflat că cercetările importante asupra entropiei fuseseră într-adevăr *făcute*, în acest caz de către un om de știință solitar de la Universitatea Yale, pe nume J. Willard Gibbs.

Gibbs este probabil cea mai strălucită minte de care nu a auzit aproape nimeni. Modest aproape până la limita invizibilității, și-a petrecut practic întreaga viață, cu excepția celor trei ani de studii în Europa, pe o suprafață de trei cvartale, mărginită de casa lui și campusul de la Yale din New Haven, Connecticut. În primii zece ani petrecuți la Yale, nici măcar nu s-a obosit să-și ridice salariul (avea mijloace proprii). Din 1871, când a intrat la universitate ca profesor, până la moartea sa, în 1903, cursurile sale au atras, în medie, poate ceva mai mult de un student pe semestru. Lucrările lui erau greu de urmărit și conțineau o formă personală de notare pe care mulți o găseau incomprehensibilă. Dar printre formulările sale cabalistice se găseau îngropate observațiile unei inteligențe dintre cele mai strălucite.

Între 1875 și 1878, Gibbs a scris o serie de lucrări intitulate colectiv *On the Equilibrium of Heterogeneous Substances* (*Despre echilibrul substanțelor eterogene*), care arunca o

lumină orbitoare asupra principiilor termodinamice ale... păi, aproape orice: „gaze, amestecuri, suprafețe, corpuri solide, tranziții de fază... reacții chimice, celule electrochimice, sedimente și osmoză”, ca să-l cităm pe William H. Cropper. Pe scurt, Gibbs a reușit să demonstreze că termodinamica nu se aplică pur și simplu căldurii și energiei, la genul de scară largă și zgomotoasă pe care ți-o imaginezi gândindu-te la motorul cu abur, ci este prezentă și își exercită influența la nivelul atomic al reacțiilor chimice. *Echilibrul* lui Gibbs a fost supranumit „*Principiile termodinamicii*”, dar, din motive ce sfidează orice speculație, Gibbs a ales să-și publice aceste observații de referință în *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences*, un ziar care reușea să fie obscur până și în Connecticut, acesta fiind motivul pentru care Planck nu a auzit de el decât atunci când era prea târziu.

Neabătut – ei bine, poate ușor abătut –, Planck și-a îndreptat atenția către alte probleme^{*2}. Vom reveni și noi asupra acestor lucruri imediat, dar mai întâi trebuie să facem un mic (dar important) ocol prin Cleveland, Ohio și printr-o instituție cunoscută pe atunci drept Case School of Applied Science. Acolo, în anii 1880, un fizician abia ajuns la maturitate, pe nume Albert Michelson, asistat de prietenul său, chimistul Edward Morley, iniția o serie de experimente care au produs rezultate curioase și neliniștitoare ce aveau să-și extindă consecințele asupra multor evenimente ulterioare.

Fără nicio intenție, Michelson și Morley au reușit să submineze o credință îndelungată în ceva numit eter, un mediu luminifer stabil, invizibil, fără greutate și fără frecare și, din nefericire, complet imaginar, despre care se credea că este infiltrat peste tot în Univers. Conceput de Descartes și

primit cu brațele deschise de Newton, venerat de aproape toată lumea de atunci încolo, eterul a deținut o poziție absolut centrală în fizica secolului al XIX-lea, reprezentând o modalitate de a explica felul în care călătorește lumina prin vidul cosmic. El fusese necesar în anii 1800, deoarece, la acel moment, lumina și electromagnetismul erau înțelese ca unde, adică niște tipuri de vibrații. Iar vibrațiile trebuie să se propage prin ceva; de aici provin nevoia și atașamentul îndelungat față de eter. În 1909 marele fizician britanic J.J. Thomson încă mai susținea că „eterul nu este o creație fantastică a filosofiei speculative; pentru noi, este la fel de esențial ca aerul pe care-l respirăm” – și aceasta la mai bine de patru ani după ce se stabilise cu destulă certitudine că acesta nu există. Una peste alta, oamenii erau foarte atașați de eter.

Dacă vrei să ilustrezi ideea că America secolului al XIX-lea era un pământ al făgăduinței, cu greu ai putea găsi un exemplu mai grăitor decât viața lui Albert Michelson. Născut în 1852 la granița germano-poloneză, într-o familie de comercianți evrei săraci, a emigrat în Statele Unite împreună cu familia pe când era copil și a crescut într-o tabără minieră din ținutul goanei după aur din California, unde tatăl său avea o afacere cu textile și efecte. Cum era prea sărac ca să-și poată plăti studiile la colegiu, a plecat la Washington, unde și-a făcut obiceiul de a trândăvi pe treptele din fața Casei Albe, astfel încât să se poată strecura în preajma președintelui Ulysses S. Grant atunci când acesta ieșea pentru a-și face plimbarea zilnică (evident, ne aflăm încă într-o epocă a inocenței). În timpul acestor plimbări, Michelson a intrat până într-atât în grațiile președintelui, încât Grant a acceptat să îi asigure un

loc gratis la Academia Navală a SUA. Și acolo Michelson a învățat fizică.

Zece ani mai târziu, de-acum profesor la Case School în Cleveland, Michelson a devenit interesat de măsurarea a ceva numit curent eteric – un fel de contracurent produs de obiectele în mișcare atunci când își croiesc drum prin spațiu. Una dintre predicțiile fizicii newtoniene spunea că, pe măsură ce lumina înaintează în eter, viteza ei ar trebui să varieze în raport cu un observator, în funcție de direcția de mișcare a acestuia, către sursa de lumină sau în sensul opus ei, dar nimeni nu descoperise o modalitate de a măsura acest lucru. Lui Michelson i-a trecut prin cap ideea că, jumătate din an, Pământul se îndreaptă către Soare, iar în cealaltă jumătate a anului se îndepărtează de acesta și a conchis că, dacă efectuezi măsurători suficient de atente în anotimpuri opuse și compari timpul de deplasare a luminii în fiecare dintre cele două, ar trebui să găsești răspunsul.

Michelson l-a convins pe Alexander Graham Bell, proaspăt îmbogățitul inventator al telefonului, să îi pună la dispoziție fondurile necesare ca să construiască un instrument ingenios și delicat, după proiectul său personal, numit interferometru, care putea măsura viteza luminii cu mare precizie. Apoi, asistat de genialul, dar cam morocănosul Morley, Michelson a declanșat o serie de măsurători minuțioase pe parcursul mai multor ani. Munca era delicată și epuizantă; a trebuit oprită o vreme, atât cât să-i lase lui Michelson răgazul pentru o scurtă, dar amplă cădere nervoasă, iar în 1887 au obținut în sfârșit rezultatele. Iar acestea nu semănau deloc cu ceea ce se așteptaseră cei doi oameni de știință să descopere.

Kip S. Thorne, astrofizicianul de la Caltech, scria: „Viteza luminii s-a dovedit a fi aceeași în *toate* direcțiile și în *toate* anotimpurile”. A fost pentru prima oară în două sute de ani – în exact două sute de ani – când s-a ajuns la un indiciu că legile lui Newton s-ar putea să nu se aplice tot timpul peste tot. Rezultatul obținut de Michelson și Morley s-a dovedit a fi, după cum spunea William H. Cropper, „probabil cel mai faimos rezultat negativ din istoria fizicii”. Michelson a fost recompensat pentru munca sa cu Premiul Nobel pentru fizică – primul american onorat cu această distincție –, dar abia după douăzeci de ani. Între timp, experimentele Michelson-Morley aveau să persiste sâcâitor în fundalul gândirii științifice, ca un miros de mucegai.

Remarcabil este faptul că, în ciuda descoperirilor sale, în zorii secolului XX, Michelson se număra printre cei care considerau că munca științei se apropia de sfârșit și că mai rămăseseră „numai niște turle și pinacouri de adăugat și de aranjat câteva colțuri la acoperiș”, în formularea unui autor de la revista *Nature*.

În realitate, lumea se pregătea, cum e și firesc, să inaugureze un secol al științei în care mulți nu aveau să înțeleagă nimic și nimeni nu avea să înțeleagă totul. Foarte curând, oamenii de știință aveau să se trezească plutind în derivă într-un amețitor tărâm al particulelor și antiparticulelor, în care lucrurile apar și dispar la intervale de timp ce fac nanosecundele să pară leneșe și anodine și în care totul este ciudat. Știința trecea de la lumea macrofizicii, în care obiectele puteau fi văzute, atinse și măsurate, la una a microfizicii, în care evenimentele se desfășoară cu o rapiditate de neconceput, încadrându-se în ordine de mărime mult sub

limitele imaginabilului. Eram pe cale să deschidem era cuantică, iar prima persoană care a întredeschis ușa a fost ghinionistul, până acum, Max Planck.

În 1900, acum membru al catedrei de fizică teoretică de la Universitatea din Berlin și aflat la relativ înaintată vârstă de patruzeci și doi de ani, Planck a adus la lumină o nouă „teorie cuantică”, una care susținea că energia nu este un continuu, ca o apă curgătoare, ci vine în pachete individualizate, pe care el le-a numit cuante. Acesta chiar a fost un concept inovator și încă unul foarte bun. Pe termen scurt, avea să ajute la descoperirea unei soluții pentru enigma experimentelor Michelson-Morley prin aceea că demonstra că nu este obligatoriu ca lumina să fie o undă. Pe termen lung, avea să pună bazele întregii fizici moderne. Indiferent cum am privi-o, a fost primul indiciu că lumea era pe cale să se schimbe.

Dar evenimentul de referință – zorii unei noi ere – s-a produs în 1905, când în publicația germană de fizică *Annalen der Physik* au apărut o serie de lucrări ale unui tânăr birocrat elvețian care nu avea nicio legătură cu lumea universitară, niciun acces la laboratoare și nicio intrare permanentă la vreo bibliotecă impozantă, alta decât cea a biroului național de patente din Berna, unde era angajat pe postul de examinator tehnic clasa a III-a (cu puțin timp înainte, îi fusese respinsă cererea de a fi promovat ca examinator tehnic clasa a II-a).

Numele lui era Albert Einstein și, în acel an spectaculos, a trimis la *Annalen der Physik* cinci lucrări; după spusele lui C.P. Snow, trei dintre ele „se numărau printre cele mai valoroase din istoria fizicii”: una analiza efectul fotoelectric prin prisma noii teorii cuantice a lui Planck, una se ocupa de comportamentul particulelor mici aflate în suspensie

(cunoscut drept mișcare browniană), iar cealaltă schița o Teorie Specială a Relativității.

Prima dintre acestea, care a explicat natura luminii (și, de asemenea, a contribuit la apariția televiziunii, printre altele), i-a adus autorului său un Premiu Nobel^{*3}. Cea de-a doua lucrare a oferit dovada că atomii există – un lucru care, în mod surprinzător, fusese contestat. A treia lucrare nu a făcut decât să schimbe lumea.

Einstein s-a născut la Ulm, în sudul Germaniei, în 1879, dar a crescut la München. Aproape nimic din anii copilăriei sale nu sugera măreția ce avea să vină. Este bine cunoscut faptul că nu a învățat să vorbească până la vârsta de trei ani. În anii 1890, când firma de articole electrice a tatălui său a dat faliment, familia s-a mutat la Milano, dar Albert, de acum adolescent, a plecat în Elveția să își continue studiile... însă a picat la prima încercare de a intra la colegiu. În 1896 a renunțat la cetățenia germană pentru a scăpa de recrutarea în armată și a intrat la Institutul Politehnic din Zürich, la o facultate de patru ani care scotea pe bandă rulantă profesori de științe pentru liceu. A fost un student inteligent, fără să se remarce în mod deosebit.

A absolvit în 1900 și, după câteva luni, a început să publice lucrări în *Annalen der Physik*. Prima sa lucrare, despre fizica fluidelor în paie de băut (că altceva nici nu putea găsi), a apărut în același număr cu teoria cuantică a lui Planck. Între 1902 și 1904 a scris o serie de lucrări despre mecanica statistică, pentru a constata mai târziu că fecundul, dar silențiosul J. Willard Gibbs din Connecticut realizase deja și aceste descoperiri, în ale sale *Elementary Principles of*

Statistical Mechanics (Principii elementare de mecanică statistică) din 1901.

Albert s-a îndrăgostit de o colegă studentă, o unguroaică pe nume Mileva Maric. În 1901 au avut un copil în afara căsătoriei, o fiică pe care au dat-o discret spre adopție. Einstein nu și-a văzut niciodată copilul. Doi ani mai târziu, s-a căsătorit cu Maric. Între aceste evenimente, în 1902 Einstein și-a luat o slujbă la biroul elvețian de patente, unde avea să lucreze în următorii șapte ani. Era încântat de munca sa: suficient de provocatoare ca să-i solicite mintea, dar nu într-atât de agasantă ca să îi distragă atenția de la preocupările sale pentru fizică. Cam în acest context a formulat Teoria Specială a Relativității în 1905.

„Electrodinamica corpurilor în mișcare” este una dintre cele mai extraordinare lucrări științifice publicate vreodată, atât pentru felul în care era prezentată, cât și pentru conținut. Nu cuprindea niciun fel de citate sau note de subsol, nu necesita aproape deloc matematică, nu menționa nicio lucrare care să îi fi precedat sau din care să se fi inspirat și pomenea sprijinul unei singure persoane, un coleg de la biroul de patente, pe nume Michele Besso. C.P. Snow scria că parcă „Einstein ajunsese la aceste concluzii prin gândire pură, fără niciun ajutor și fără să fi fost influențat de opinia nimănui. Oricât de surprinzător ar părea, în cea mai mare parte exact așa se petrecuseră lucrurile”.

Faimoasa sa ecuație $E = mc^2$ nu apărea în această lucrare, dar a fost menționată într-un scurt supliment care a venit câteva luni mai târziu. După cum vă amintiți din anii de școală, E în această ecuație reprezintă energia, m reprezintă masa, iar c^2 reprezintă pătratul vitezei luminii.

Mai pe înțelesul tuturor, ecuația spune că între masă și energie există o echivalență. Cele două sunt forme ale aceluiași lucru: energia este materie eliberată, materia este energie pe cale de a se produce. De vreme ce c^2 (adică viteza luminii la pătrat) este un număr absolut enorm, ecuația spune că în fiecare bucățică de materie se găsește o cantitate enormă – cu adevărat uriașă – de energie^{*4}.

Chiar dacă nu vă considerați o persoană foarte solidă, trebuie să știți că un adult de dimensiuni medii conține în limitele sale modeste nu mai puțin de 7×10^{18} jouli de energie potențială – suficientă pentru a exploda cu forța a treizeci de bombe foarte mari cu hidrogen, în eventualitatea în care ați ști să o eliberați și chiar v-ați dori să obțineți un efect spectaculos. Orice lucru conține în sine o energie de dimensiuni asemănătoare. Pur și simplu nu ne pricepem prea bine să o eliberăm. Chiar și o bombă cu uraniu – cea mai mare acumulare de energie pe care a reușit să o producă omenirea până acum – eliberează mai puțin de unu la sută din energia pe care ar putea-o elibera dacă noi am fi ceva mai iscusiți.

Printre multe altele, teoria lui Einstein a explicat cum funcționează radiațiile: cum o cantitate de uraniu poate emite fascicule constante de energie la nivel înalt, fără a se topi ca un cub de gheață. (Poate face acest lucru convertind masa în energie cu o foarte mare eficiență, după modelul $E = mc^2$.) A explicat de ce stelele pot arde miliarde de ani fără să-și epuizeze fulgerător combustibilul. (Aceași explicație ca mai sus.) Dintr-o lovitură, printr-o simplă formulă, Einstein i-a făcut fericiți pe geologi și pe astronomi, punându-le la dispoziție miliarde de ani. În primul rând, teoria specială arăta că viteza luminii este constantă și inegalabilă. Nimic nu

o putea depăși. Făcea lumină (jocul de cuvinte nu e neapărat voit) în ceea ce privește însăși esența cunoștințelor noastre despre natura universului. Deloc accidental, rezolva în același timp și problema eterului luminifer: acum era clar că nu există. Einstein ne-a oferit un univers în care eterul nu mai era necesar.

În general, fizicienii nu prea au obiceiul să acorde o atenție deosebită declarațiilor funcționarilor biroului elvețian de patente; prin urmare, în ciuda abundenței de clarificări utile pe care le-au oferit, lucrările lui Einstein nu au atras prea mult atenția. Cum tocmai rezolvase câteva dintre cele mai profunde mistere ale universului, Einstein a candidat pentru un post de asistent universitar, dar a fost respins, apoi a cerut un post de profesor de liceu și a fost din nou respins. Așa că s-a întors la slujba sa de examinator clasa a III-a –, dar, evident, a continuat să gândească. Iar în această privință, era departe de a-și fi spus ultimul cuvânt.

Poetul Paul Valéry l-a întrebat odată pe Einstein dacă ține un jurnal în care să își noteze ideile. Pe chipul lui Einstein s-a așternut o expresie de ușoară, dar absolut sinceră mirare. „Ah, dar nu este necesar”, a răspuns el. „Se întâmplă atât de rar să am câte una.” Cred că nu mai este necesar să subliniez că, atunci când îi venea într-adevăr o idee, aceasta era în general bună. Următoarea idee care i-a venit lui Einstein a fost una dintre cele mai mărețe care au populat vreodată mintea cuiva – ba chiar cea mai măreață, potrivit lui Boorse, Motz și Weaver, în detaliata lor istorie a științei atomice. „În calitate de produs al unei minți unice”, scriau ei, „este fără îndoială cea mai înaltă culme a reușitelor intelectuale ale umanității”.

Iată ceva ce ar putea reprezenta cel mai flatant compliment făcut vreodată.

Prin 1907, după cum s-a scris, Albert Einstein a văzut un muncitor căzând de pe acoperiș și a început să se gândească la forța gravitațională. Din nefericire, și aceasta, ca multe alte povești interesante, pare să fie apocrifă. După spusele lui Einstein, stătea pur și simplu pe un scaun când i-a trecut prin cap problema forței gravitaționale.

De fapt, ce i-a trecut lui Einstein prin cap era mai mult începutul unei soluții pentru problema forței gravitaționale, de vreme ce pentru el fusese evident încă de la început că unul dintre lucrurile care lipseau din teoria specială era gravitația. În teoria specială, „special” era faptul că se ocupa de lucruri care se mișcă într-un context în principal netulburat. Dar ce se întâmplă atunci când un lucru în mișcare – în principal lumina – întâlnește un obstacol, precum forța gravitațională? Această întrebare avea să-i ocupe mintea în cea mai mare parte a următorului deceniu, ducând la publicarea unei lucrări numite *Considerații cosmologice despre teoria generală a relativității*, la începutul anului 1917. *Teoria Specială a Relativității* din 1905 a fost o lucrare profundă și importantă, firește; dar, după cum observa odată C.P. Snow, dacă Einstein nu s-ar fi gândit la ea atunci când a formulat-o, probabil că ar fi făcut-o altcineva în mai puțin de cinci ani; era o idee căreia îi venise momentul. Cu totul altfel au stat lucrurile cu teoria generală. „Dacă lui nu i-ar fi venit ideea, este foarte probabil că am mai aștepta și astăzi să apară teoria”, scria Snow în 1979.

Cu pipa sa, cu aerul amabil și modest și cu părul vâlvoi, Einstein era o figură prea ieșită din comun pentru a rămâne

veșnic un necunoscut; și iată că în 1919, după încheierea războiului, lumea l-a descoperit brusc. Aproape imediat, teoriile sale asupra relativității și-au câștigat reputația de a fi imposibil de înțeles de către un om obișnuit. Nu a fost de mare ajutor nici faptul că, după cum subliniază David Bodanis în superba sa carte $E = mc^2$, atunci când *The New York Times* a decis să scrie un reportaj pe această temă – din motive care nu au încetat să trezească uimirea –, l-a trimis pe corespondentul pentru golf al ziarului, pe nume Henry Crouch, să ia interviul.

Intellectul lui Crouch suferea de limitări insurmontabile, așa că a înțeles aproape totul greșit. Printre erorile cele mai persistente din materialul său se găsea afirmația că Einstein găsisese un editor suficient de îndrăzneț ca să publice o carte pe care numai doisprezece oameni „din întreaga lume ar înțelege-o”. Nu existau o asemenea carte, nici asemenea editor și nici vreun asemenea cerc de învățați, dar noțiunea a prins neașteptat de bine. În curând, numărul oamenilor care puteau înțelege relativitatea a fost și mai mult redus în imaginația populară – și n-ar fi rău să amintim că lumea științifică nu a făcut mai nimic ca să destrame mitul.

Când un jurnalist l-a întrebat pe astronomul britanic Sir Arthur Eddington dacă era adevărat că se număra printre cei trei oameni din lume care puteau înțelege teoriile asupra relativității ale lui Einstein, Eddington s-a gândit profund un moment și a răspuns: „Încerc să îmi dau seama cine este a treia persoană”. În realitate, problema relativității nu era reprezentată de faptul că ar fi conținut prea multe ecuații diferențiale, transformări Lorentz și alte matematici complicate (deși chiar conținea și însuși Einstein avusese

nevoie de ajutor pentru unele dintre ele), ci că era complet nonintuitivă.

În esență, relativitatea spune că spațiul și timpul nu sunt absolute, ci variază atât în funcție de observator, cât și de lucrul observat și că aceste efecte devin cu atât mai pronunțate cu cât observatorul se mișcă mai repede. Nu putem accelera niciodată până la viteza luminii, dar, cu cât încercăm mai abitir (și deci ne deplasăm mai repede), cu atât mai distorsionați vom deveni, raportat la un observator exterior.

Aproape imediat, popularizatorii științei au încercat să născocească modalități prin care aceste concepte să devină accesibile publicului larg. Una dintre încercările mai reușite – cel puțin în plan comercial – a fost *The ABC of Relativity* (*ABC-ul relativității*) de matematicianul și filosoful Bertrand Russell. Russell a folosit aici o imagine care a fost apoi preluată adesea în știință. Le-a cerut cititorilor să își imagineze un tren lung de o sută de metri, care se mișcă cu șaiszeci la sută din viteza luminii. Pentru cineva care stă pe peron și îl privește trecând, trenul va părea să aibă numai optzeci de metri lungime și toate obiectele din el vor fi comprimate în mod similar. Dacă am putea auzi cum vorbesc pasagerii din tren, vocile lor ar suna mormăite și tărăgănate, ca o bandă ascultată la o viteză prea mică, iar mișcările lor ar părea la fel, încetinite. Chiar și ceasurile din tren ar părea că merg la numai patru cincimi din viteza lor normală.

Însă – și aici intervine curiozitatea – oamenii din tren nu ar percepe în niciun fel aceste distorsiuni. Pentru ei, toate lucrurile din tren par perfect normale. Noi, cei de pe peron, le-am părea însă comprimați și încetiniți nefiresc. Vedeți

dumneavoastră, toate depind de poziția relativă față de obiectul în mișcare.

Și acest efect chiar are loc de fiecare dată când vă mișcați. Dacă zburăți de pe o coastă pe cealaltă a Statelor Unite, când coborâți din avion, veți fi cu a cincisprezecea milioana parte dintr-o secundă, sau pe acolo, mai tânăr decât cei pe care i-ați lăsat în urmă. Chiar și atunci când traversați camera vă modificați – foarte puțin, ce-i drept – propria percepție asupra spațiului și timpului. S-a calculat că o minge de baseball aruncată cu 160 km pe oră va adăuga 0,000000000002 grame la propria masă în drumul spre terenul de țintă. Așadar, efectele relativității sunt reale și au fost măsurate. Problema este că aceste schimbări sunt mult prea mici pentru a produce vreo diferență, oricât de mică, detectabilă pentru noi. Dar pentru alte lucruri din univers – lumină, forță gravitațională sau universul însuși – aceste chestiuni produc consecințe importante.

Dacă ideile relativității vi se par ciudate, asta se întâmplă numai pentru că în viața cotidiană nu resimțim acest gen de interacțiuni. Însă, pentru a reveni la Bodanis, întâlnim cu toții în mod frecvent alte tipuri de relativitate – de exemplu, referitoare la sunet. Dacă sunteți într-un parc și cineva cântă o muzică supărătoare, știți că, dacă vă îndepărtați, vi se va părea că muzica se aude mai încet. Aceasta nu pentru că muzica chiar este mai încet, firește, ci pur și simplu pentru că poziția dumneavoastră față de ea s-a schimbat. Probabil că, pentru o vîietate prea mică sau prea lentă pentru a încerca acest experiment – un melc, de exemplu –, ideea că doi observatori diferiți ar putea să audă simultan muzica de la

același sistem audio la două volume diferite ar părea incredibilă.

Cel mai inovator și nonintuitiv dintre toate conceptele din Teoria Generală a Relativității este acela că timpul face parte din spațiu. Din instinct, tindem să considerăm timpul ca fiind etern, absolut, imuabil; nimic nu îi poate perturba ticăitul constant. În realitate, potrivit lui Einstein, timpul este variabil și în perpetuă schimbare. Ba chiar are formă. Este legat – „ineluctabil interconectat”, după expresia lui Stephen Hawking – de cele trei dimensiuni ale spațiului, într-un sistem curios, cunoscut drept spațiu-timp.

Noțiunea de spațiu-timp este explicată de obicei astfel: trebuie să vă imaginați ceva plat, dar flexibil – o saltea, să zicem, sau o foaie întinsă de cauciuc –, pe care stă un obiect greu, rotund, cum ar fi o bilă de fier. Greutatea bilei de fier face ca materialul pe care stă să se întindă și să se curbeze ușor. Este o analogie destul de primitivă a efectului pe care un obiect masiv, precum Soarele (bila de fier), îl are asupra sistemului spațiu-timp (materialul): îl întinde, îl curbează și îl deformează. Acum, dacă rostogoliți o bilă mai mică pe aceeași suprafață, aceasta încearcă să se deplaseze în linie dreaptă, după cum cer legile mișcării ale lui Newton, dar, pe măsură ce se apropie de obiectul masiv și de panta materialului deformat, se va rostogoli în jos, atrasă invariabil de obiectul mai mare. Aceasta este gravitația – un produs al dilatării sistemului spațiu-timp.

Fiecare obiect care are masă creează o mică depresiune în materialul cosmosului. Astfel, universul este „salteaua dilatabilă supremă”, după cum spunea Dennis Overbye. Din acest punct de vedere, gravitația nu mai este atât un lucru cât

un rezultat – „nu este o «forță», ci un produs secundar al dilatării sistemului spațiu-timp”, în formularea fizicianului Michio Kaku: „Dintr-o anumită perspectivă, gravitația nu există; planetele și stelele se mișcă din cauza dilatării spațiului și timpului”, continuă el.

Firește că analogia cu salteaua care se lasă are limitele ei, deoarece nu încorporează efectul timpului. Dar, pe de altă parte, și mințile noastre sunt limitate, întrucât este aproape imposibil să ne închipuim un sistem care înglobează trei dimensiuni ale spațiului la o dimensiune a timpului, întrețesute asemenea firelor dintr-o stofă ecosez. În orice caz, cred că sunteți de acord cu mine că acest gând este de-a dreptul măreț, venind de la un tânăr care se uită lung pe fereastra biroului de patente din capitala Elveției.

Printre multe altele, Teoria Generală a Relativității a lui Einstein sugerează că universul fie se află în expansiune, fie se contractă. Dar Einstein nu era cosmolog și a înghițit accepțiunea dominantă potrivit căreia universul este fix și etern. Mai mult sau mai puțin automat, a introdus în ecuațiile sale ceva numit constanta cosmologică, concept care contrabalansa în mod arbitrar efectele gravitației, servind drept un fel de buton de pauză matematic. Cărțile despre istoria științei îi iartă în general lui Einstein această scăpare, dar a fost de fapt o eroare științifică destul de supărătoare, iar el era conștient de acest lucru. A numit-o „cea mai mare gafă a vieții mele”.

Ca o coincidență, cam pe vremea când Einstein își garnisea teoria cu constanta cosmologică, la Observatorul Lowell din Arizona, un astronom purtând un nume cu rezonanțe

intergalactice amuzante, Vesto Slipher (originar, în realitate, din Indiana), citea măsurători spectrografice ale stelelor îndepărtate și descoperea că păreau să se îndepărteze de noi. Prin urmare, universul nu era static. Stelele la care se uita Slipher dădeau semne inconfundabile ale unui efect Doppler – același mecanism care dă seama de zgomotul distinct, prelungit pe care-l fac mașinile când trec în goană pe pistă – yee-yummm^{*5}. Fenomenul se aplică în același fel și în cazul luminii, iar în cazul galaxiilor care se îndepărtează, este cunoscut drept deplasare spre roșu (deoarece lumina care se îndepărtează de noi trece spre capătul roșu al spectrului, iar lumina care se apropie se deplasează spre capătul albastru al spectrului).

Slipher a fost primul care a observat acest efect în cazul luminii și și-a dat seama ce importanță ar putea avea pentru a înțelege mișcările cosmosului. Din nefericire, nu i-a acordat nimeni prea mare atenție. Observatorul Lowell, după cum vă amintiți, era un fel de ciudățenie, grație obsesiei lui Percival Lowell pentru canalele marțiene, motiv pentru care, prin anii 1910, observatorul era, din toate punctele de vedere, o insulă îndepărtată a muncii astronomice. Slipher habar nu avea de teoria relativității a lui Einstein, iar lumea habar nu avea de existența lui Slipher, așadar descoperirea lui a rămas fără urmări.

Gloria avea să se pogoare în schimb asupra unui munte de egocentrism, pe numele lui Edwin Hubble. Hubble s-a născut în 1889, la zece ani după Einstein, într-un orașel din Missouri de la marginea Platoului Ozark, unde și-a petrecut parțial copilăria, apoi a ajuns în Wheaton, Illinois, o suburbie a orașului Chicago. Tatăl său era un prosper director în

asigurări, așa că avea o viață comodă. În plus, Edwin fusese binecuvântat și cu o bogăție de daruri fizice. Avea un corp puternic și era talentat la sport, încântător, isteț și peste poate de arătos – „frumos aproape fără cusur”, după descrierea lui William H. Cropper, „un Adonis”, după spusele altui admirator. Potrivit propriilor relatări, a reușit de asemenea să-și presare viața cu acte de bravură aproape constante: salva înotători de la înec, ducea la adăpost oameni speriați pe câmpurile de bătalie din Franța, umilea campioni mondiali la box, pe care îi punea la pământ în runde demonstrative. Totul părea prea frumos ca să fie adevărat. Și chiar era. Pe lângă toate talentele sale, Hubble era de asemenea un mincinos inveterat.

Această trăsătură era mai mult decât surprinzătoare, întrucât, de la o vârstă fragedă, viața lui Hubble fusese plină de recunoașteri reale, care uneori erau aproape neverosimil de glorioase. La o singură reuniune athletică de liceu din 1906, a câștigat săritura cu prăjina, aruncarea greutății, aruncarea discului, aruncarea ciocanului, săritura în înălțime de pe loc și din alergare și a făcut parte din ștafeta câștigătoare pe distanța de o milă – adică șapte locuri întâi într-un singur concurs – și a ieșit pe locul al treilea la săritura în lungime. În același an, a stabilit un record al statului Illinois pentru săritura în înălțime.

Și ca om de știință era la fel de eficient. Nu a întâmpinat nicio dificultate în a fi admis la Universitatea din Chicago (unde, întâmplător, șef de catedră era Albert Michelson), pentru a studia fizica și astronomia. Acolo a fost ales drept unul dintre primii beneficiari ai unei burse Rhodes la Oxford. Trei ani de viață englezească i-au sucit, evident, mințile,

pentru că în 1913 s-a întors la Wheaton purtând o pelerină impozantă, fumând pipă și vorbind cu un accent prețios – nu tocmai britanic, dar nici complet străin –, pe care avea să îl păstreze toată viața. Deși mai târziu avea să pretindă că a petrecut cea mai mare parte a celui de-al doilea deceniu al secolului XX practicând dreptul în Kentucky, în realitate a lucrat ca profesor de liceu și antrenor de baschet în New Albany, Indiana, înainte să își susțină un doctorat întârziat și să treacă în mare grabă prin armată (a ajuns în Franța cu o lună înainte de încheierea armistițiului și este aproape sigur că nu a auzit niciodată un foc de armă de-adevăratelea).

În 1919, acum în vârstă de treizeci de ani, s-a mutat în California și a ocupat un post la Mount Wilson Observatory, în apropiere de Los Angeles. În scurtă vreme, spre uimirea generală, a devenit cel mai de seamă astronom al secolului XX.

Ar fi util să ne oprim un moment, să ne gândim cât de puține se știau despre cosmos la acea vreme. Astronomii de azi cred că există circa 140 de miliarde de galaxii în universul vizibil. Este un număr uriaș, mult mai mare decât vă duce gândul atunci când îl roștiți. Dacă galaxiile ar fi boabe de mazăre înghețate, ar fi suficiente pentru a umple o sală generoasă – să spunem, vechiul Boston Garden sau Royal Albert Hall. (Un astrofizician pe nume Bruce Gregory chiar a calculat acest lucru.) În 1919, când Hubble a pus prima dată ochiul pe ocular, numărul galaxiilor cunoscute nouă era fix unu: Calea Lactee. Despre orice se mai afla pe cer se credea fie că face parte din Calea Lactee, fie că este unul dintre numeroșii nori de gaz de la periferiile îndepărtate. Hubble a demonstrat rapid cât de greșită era această convingere.

De-a lungul următorului deceniu, Hubble a atacat două dintre întrebările fundamentale ale universului: cât de bătrân este și cât de mare? Pentru a răspunde la amândouă, e necesar să cunoaștem două lucruri: cât de departe se află anumite galaxii și cât de repede se îndepărtează de noi (ceea ce este cunoscut sub numele de viteză de recesiune). Deplasarea spre roșu ne spune cu ce viteză se îndepărtează galaxiile, dar nu ne spune cât de departe sunt inițial. Pentru aceasta, avem nevoie de ceea ce se numește „lumânări-standard” – stele a căror strălucire poate fi calculată cu certitudine și care sunt folosite drept puncte de reper pentru a măsura strălucirea (și deci distanța relativă) până la alte stele.

Norocul lui Hubble a fost acela că a intrat în peisaj la puțin timp după ce o femeie ingenioasă, pe nume Henrietta Swan Leavitt, a descoperit o cale de a marca aceste stele. Leavitt lucra la Harvard College Observatory pe postul de calculator, după cum se spunea pe atunci. Calculatoarele își petreceau viața studiind plăci fotografice ale stelelor și făcând calcule – de unde și numele. Era doar cu o treaptă mai sus de roboteală, dar era postul cel mai apropiat de astronomia adevărată pe care o femeie îl putea ocupa la Harvard – sau, de fapt, oriunde altundeva – în acele vremuri. Sistemul, oricât de nedrept, aducea anumite beneficii neașteptate: făcea ca jumătate din mințile cele mai strălucite existente să fie direcționate către o muncă ce altfel nu ar fi primit niciun fel de atenție cognitivă și lăsa femeilor cale liberă să dezvolte o perspectivă asupra celor mai delicate structuri ale cosmosului, care de multe ori scăpa omologilor lor masculini.

Un calculator de la Harvard, Annie Jump Cannon, și-a folosit familiarizarea extinsă cu stelele pentru a pune la punct

un sistem de clasificare a acestora atât de practic, încât mai este folosit și astăzi. Contribuția lui Leavitt a fost chiar mai substanțială. Ea a remarcat că un anumit tip de stea cu strălucire variabilă, cunoscută drept o cefeidă (după constelația Cefeu, unde a fost identificată pentru prima dată), pulsa într-un ritm regulat – un fel de bătaie a inimii stelară. Cefeidele sunt destul de rare, dar cel puțin una dintre ele este bine cunoscută de cei mai mulți dintre noi. Polaris, sau Steaua Polară, este o cefeidă.

Acum știm că cefeidele pulsează în acest ritm deoarece sunt stele mai în vârstă, care au trecut de „stadiul de secvență principală”, în jargonul astronomilor, și devin niște giganți roșii. Procesele chimice la nivelul giganților roșii sunt puțin cam greoaie pentru ce ne-am propus noi aici (necesită înțelegerea proprietăților atomilor de heliu monoionizați, pe lângă multe altele), dar, pe scurt, înseamnă că își ard combustibilul rămas într-un fel care dă naștere unor serii de străluciri și întunecări într-un ritm previzibil. Geniul lui Leavitt a constatat în aceea că și-a dat seama că, prin compararea magnitudinii relative a cefeidelor în puncte diferite de pe cer, se poate calcula unde se situează unele în raport cu celelalte. Pot fi folosite drept lumânări standard – termen inventat de ea și folosit încă de toată lumea. Metoda oferea distanțe relative, nu absolute, dar chiar și așa, era prima dată când cineva propunea o modalitate viabilă de a măsura universul la scară largă.

(Doar pentru a oferi o perspectivă corectă asupra contextului în care au apărut aceste descoperiri, cred că merită să menționăm că, în vreme ce Leavitt și Cannon deduceau proprietăți fundamentale ale cosmosului din

imagini încețoșate ale stelelor îndepărtate de pe plăci fotografice, astronomul de la Harvard, William H. Pickering, care avea, firește, la dispoziție un telescop de primă clasă, prin care se putea uita de câte ori dorea, își dezvoltă *propria* teorie fundamentală, potrivit căreia petele întunecate de pe Lună erau provocate de roiuri de insecte cu migrație sezonieră.)

Combinând ruleta cosmică a lui Leavitt cu atât de practicul efect al deplasării spre roșu al lui Vesto Slipher, Hubble a început să măsoare anumite puncte din spațiu dintr-o perspectivă complet diferită. În 1923 el a arătat că un nor delicat, îndepărtat din constelația Andromeda, cunoscut sub numele de M31, nu era deloc un nor gazos, ci o puzderie de stele, o galaxie de sine stătătoare, aflată la o depărtare de cel puțin 900.000 de ani-lumină și cu un diametru de 100.000 de ani-lumină. Universul era vast, cu mult mai vast decât își imaginase vreodată cineva. În 1924 Hubble a scris o lucrare de referință, *Cefeidele în nebuloasele spirale* (nebuloasă, de la latinescul *nebulae*, însemnând „nor”, era cuvântul folosit de el pentru galaxii), arătând că universul era format nu numai din Calea Lactee, ci dintr-o mulțime de galaxii independente – „universuri insulare” –, multe dintre acestea fiind mai mari decât Calea Lactee și mult mai îndepărtate.

Fie și numai această descoperire i-ar fi asigurat lui Hubble reputația, dar el s-a aplecat apoi asupra întrebării cât de vast era mai exact universul și a făcut o descoperire și mai uimitoare. A început să măsoare spectrele galaxiilor îndepărtate – o treabă pe care o începuse Slipher în Arizona. Folosind noul telescop Hooker de la Mount Wilson, cu un diametru al oglinzii de doi metri și jumătate, și câteva deducții inteligente, până la începutul anilor 1930 acesta stabilise că

toate galaxiile de pe cer (cu excepția propriului nostru roi) se îndepărtează de noi. Mai mult, viteza și distanța sunt strict proporționale: cu cât galaxia este mai departe, cu atât se îndepărtează mai repede.

Era cu adevărat năucitor. Universul se afla într-o expansiune rapidă și egală în toate direcțiile. Nu era nevoie de o imaginație debordantă pentru a face o interpretare inversă și a înțelege că totul trebuie să fi pornit de la un punct central. Departe de a fi vidul stabil, fix și etern pe care toată lumea îl presupusese dintotdeauna, acest univers avusese un început. Prin urmare, ar putea avea și un sfârșit.

După cum observa Stephen Hawking, minunăția consta în aceea că nimănui nu-i venise până atunci ideea unui univers în expansiune. Un univers static, așa cum i se păruse, probabil, evident lui Newton și tuturor astronomilor inteligenți de la el încoace ar fi făcut implozie. De asemenea, dacă stelele ar fi ars la infinit într-un univers static, totul ar fi devenit intolerabil de fierbinte – cu siguranță, mult prea fierbinte pentru ființe ca noi. Un univers în expansiune rezolva o mare parte a problemei dintr-o lovitură.

Hubble era mai mult un bun observator decât un gânditor și nu a înțeles imediat implicațiile extinse ale descoperirii sale. În parte, aceasta se datora regretabilului fapt că nu cunoștea Teoria Generală a Relativității a lui Einstein. Lucru remarcabil, deoarece, pe de o parte, Einstein și teoria sa căpătaseră de acum renume mondial. În plus, în 1929 Albert Michelson – acum spre apusul vieții, dar încă unul dintre cei mai activi și mai stimați oameni de știință ai lumii – acceptase un post la Mount Wilson, pentru a măsura viteza luminii cu interferometrul său fidel și cu siguranță că îi pomenise măcar

de aplicabilitatea teoriei lui Einstein pentru propriile descoperiri.

În orice caz, Hubble nu a reușit să ajungă la concluzii teoretice atunci când a avut ocazia. În schimb, i-a revenit savantului și preotului belgian (cu un doctorat de la MIT) pe nume Georges Lemaître sarcina de a reuni cele două direcții în propria „teorie a artificilor”, care sugera că universul a început dintr-un punct geometric, „un atom primordial” care a explodat glorios și se tot extinde de atunci încolo. Era o idee care anticipa cu exactitate concepția modernă a Big Bangului, dar era atât de mult înaintea timpului său, încât Lemaître rareori este onorat cu mai mult de o frază sau două, pe care i le-am acordat și noi aici. Lumea mai avea nevoie de câteva decenii și de descoperirea neprevăzută a radiației cosmice de fundal a lui Penzias și Wilson, cu antena lor fâșâitoare din New Jersey, înainte ca Big Bangul să devină, dintr-o idee interesantă, o teorie certă.

Nici Hubble, nici Einstein nu aveau să participe prea mult la această poveste măreață. Deși nimeni nu ar fi fost în stare să afirme acest lucru la vremea respectivă, amândoi își atinseseră potențialul maxim.

În 1936 Hubble a scris o carte de largă circulație, intitulată *The Realm of the Nebulae (Domeniul nebuloaselor)*, în care își explica pe un ton flatant propriile realizări considerabile. În sfârșit, aici a arătat că se familiarizase cu teoria lui Einstein, cel puțin până la un punct: i-a acordat patru pagini din vreo două sute.

Hubble a murit în 1953, în urma unui atac de cord. După moarte, avea să-l mai aștepte o ultimă și mică ciudățenie. Din motive cufundate în mister, soția sa a refuzat să-i facă o

înmormântare și nu a dezvăluit niciodată ce a făcut cu corpul lui. O jumătate de secol mai târziu, aventurile celui mai mare astronom al secolului rămân o necunoscută. Dacă doriți să-i cinstiți memoria, nu vă rămâne decât să priviți spre cer și spre Telescopul Spațial Hubble, lansat în 1990 și numit așa în memoria lui.

*1 Mai exact, este o măsură care indică gradul de dezordine sau de arbitrar dintr-un sistem. Darrell Ebbing, în manualul de *Chimie generală*, ne oferă o sugestie folositoare: să ne gândim la un pachet de cărți de joc. Un pachet nou-nouț, abia scos din cutie, aranjat pe culori și la rând, de la as la popă, poate fi considerat a fi într-o stare ordonată. Dacă amestecăm cărțile, acestea se vor afla în stare de dezordine. Entropia este o modalitate de a măsura exact cât de avansată este starea de dezordine și de a determina probabilitatea apariției anumitor rezultate în urma unor amestecări ulterioare. Pentru a înțelege pe deplin entropia, ar fi de asemenea necesar să înțelegem concepte precum nivelarea termică, constanta rețelei cristaline și relațiile stoichiometrice, dar cam asta ar fi ideea generală.

*2 Planck a fost adesea urmărit de ghinion în viață. Prima sa soție, pe care o iubea nespus, a murit de tânără în 1909, iar cel mai mic dintre cei doi fii ai săi a murit și el în Primul Război Mondial. A avut și două fiice gemene, pe care le adora. Una a murit născând. Geamăna supraviețuitoare s-a dus să aibă grijă de nou-născut și s-a îndrăgostit de soțul surorii. Cei doi s-au căsătorit. Doi ani mai târziu, și ea a murit născând. În 1944, când Planck avea optzeci și cinci

de ani, o bombă a Aliaților a căzut pe casa lui, astfel încât a pierdut tot ce avea – lucrări, jurnale, agoniseala de o viață. În anul următor, unicul fiu supraviețuitor a fost descoperit ca făcând parte dintr-o conspirație ce plănuia asasinarea lui Hitler și a fost executat.

*3 Einstein a fost omagiat, destul de vag, „pentru servicii aduse fizicii teoretice”. A trebuit să aștepte șaisprezece ani, până în 1921, ca să primească premiul – o perioadă destul de lungă, indiferent cum am privi situația, dar o nimica toată în comparație cu Frederick Reines, care a descoperit neutrinoul în 1957, dar a primit Nobelul abia în 1995, treizeci și opt de ani mai târziu, sau cu germanul Ernst Ruska, care a inventat microscopul electronic în 1932, dar a primit Premiul Nobel în 1986, la mai bine de o jumătate de secol după realizare. Întrucât Premiul Nobel nu se acordă niciodată postum, se pare că longevitatea este un factor la fel de important ca inventivitatea pentru a te asigura că primești unul.

*4 Cum a ajuns c să fie simbolul vitezei luminii este un mister, dar David Bodanis sugerează că provine probabil de la latinescul *celeritas*, care înseamnă „rapiditate”. Volumul relevant din *Oxford English Dictionary*, întocmit cu un deceniu înaintea teoriei lui Einstein, recunoaște simbolul c ca însemnând numeroase lucruri, de la carbon la crichet, dar nu menționează nicio semnificație de simbol al luminii sau rapidității.

*5 De la numele lui Johann Christian Doppler, un fizician austriac care a observat pentru prima dată acest efect în 1842. Pe scurt, fenomenul este următorul: un obiect în mișcare, care se apropie de unul staționar, trimite undele

sonore care se aglomerează și se îngrămădesc atunci când se lovesc de mecanismul care le primește (ca, de exemplu, urechile dumneavoastră), exact așa cum ne așteptăm să se întâmple cu orice lucru împins din spate către un obiect imobil. Această scădere a lungimii de undă și creștere a frecvenței sunt percepute de ascultător ca un fel de sunet înalt și ascuțit (*yee*). Pe măsură ce sursa sunetului se îndepărtează, undele sonore se spațiază și se alungesc, lungimea de undă crește, motiv pentru care frecvența și deci zgomotul înalt scad brusc (*yummm*).

Capitolul 9

Atotputernicul atom

În vreme ce Einstein și Hubble deslușeau cu spor structura la scară largă a cosmosului, alții se luptau din greu să înțeleagă ceva aparent mai la îndemână, dar, în felul său, la fel de îndepărtat: minusculul și etern misteriosul atom.

Marele fizician de la Caltech Richard Feynman a observat odată că, dacă ar trebui să reducem istoria științei la o unică formulare importantă, aceasta ar fi: „Toate lucrurile sunt alcătuite din atomi”. Aceștia sunt peste tot și alcătuiesc totul. Priviți în jurul dumneavoastră. Totul este numai atomi. Nu numai lucrurile solide, precum zidurile, mesele și canapelele, ci și aerul dintre ele. Și există într-un număr ce depășește orice imaginație.

Principala structură funcțională formată din atomi este molecula (din latinescul pentru „masă mică”). O moleculă reprezintă doi sau mai mulți atomi care conlucrează într-un aranjament mai mult sau mai puțin stabil. Dacă adăugați doi atomi de hidrogen la unul de oxigen, obțineți o moleculă de apă. Chimistii gândesc în general în termeni de molecule, și nu de elemente, cam în același fel în care scriitorii gândesc în termeni de cuvinte, și nu de litere, așadar ei calculează moleculele, care la rândul lor sunt... numeroase e puțin spus.

La nivelul mării, la o temperatură de 0 °C, un centimetru cub de aer (adică un spațiu cam de dimensiunea unui cub de zahăr) conține patruzeci și cinci de miliarde de miliarde de molecule. Și tot atâtea se află în fiecare centimetru cub din jurul lui. Gândiți-vă câți centimetri cubi se află în lumea de dincolo de fereastra dumneavoastră – de câte cuburi de zahăr ar fi nevoie pentru a umple tot ceea ce vedeți. Apoi gândiți-vă de câte ar fi nevoie pentru a face un univers. Pe scurt, atomii sunt mulți.

De asemenea, sunt și uimitor de longevivi. Pentru că trăiesc atât de mult, atomii se plimbă considerabil. Fiecare atom aflat în posesia dumneavoastră a trecut aproape sigur prin mai multe stele și a făcut parte din milioane de organisme pe drumul său spre a deveni dumneavoastră. Fiecare dintre noi suntem atât de bogați în atomi, iar după moarte suntem atât de bine reciclați, încât un număr important din atomii noștri – până la un miliard din fiecare dintre noi, după cum s-a sugerat – probabil că i-au aparținut cândva lui Shakespeare. Cam încă vreun miliard de căciulă provin de la Buddha, de la Genghis-Han sau Beethoven ori de la o altă figură istorică la care vreți să vă gândiți (personajele trebuie să aibă, se pare, o vechime considerabilă, întrucât atomii au nevoie de câteva decenii pentru a se redistribui complet; așa că, oricât de mult v-ați dori, încă nu sunteți una cu Elvis Presley).

Prin urmare, toți suntem reîncarnări – chiar dacă unele cu viață scurtă. Când murim, atomii noștri se dezassemblează și trec mai departe să-și găsească alte întrebuințări, în altă parte – o frunză, o ființă umană sau o boabă de rouă. Atomii înșiși există practic la infinit. Nimeni nu știe exact cât de mult poate

trăi un atom, dar, potrivit lui Martin Rees, probabil circa 10^{35} ani – un număr atât de mare, încât până și eu mă bucur că îl pot scrie cu o notație matematică.

Mai presus de toate, atomii sunt minusculi, absolut minusculi. O jumătate de milion de atomi, aliniați umăr la umăr, se pot ascunde liniștiți după un fir de păr uman. La o asemenea scară, este practic imposibil să ne imaginăm un singur atom, dar asta nu ne împiedică, firește, să încercăm.

Începeți cu un milimetru, o linie de lungimea aceasta: -. Acum imaginați-vă că această linie se împarte într-o mie de spații egale. Fiecare dintre ele reprezintă un micron. Am ajuns la unitățile de măsură ale microorganismelor. Un parameci obișnuit, de exemplu – o creatură minusculă, unicelulară, de apă dulce –, are cam doi microni lățime, 0,002 mm, adică este foarte mic. Dacă ați vrea să vedeți cu ochiul liber cum înoată un parameci într-o picătură de apă, ar trebui să măriți picătura până la un diametru de doisprezece metri. Însă, dacă ați vrea să vedeți atomii din aceeași picătură, ar trebui să măriți picătura până la un diametru de douăzeci și patru de *kilometri*.

Cu alte cuvinte, atomii există pe o scară cu ordine de mărimi complet diferite. Ca să coborâm la scară atomică, ar trebui să împărțim fiecare dintre acei microni și să-i reducem la fâșii cu lățimi de zece mii de ori mai mici. *Acesta* este ordinul de mărime al atomului: a zecea milioanea parte dintr-un milimetru. Acest grad de delicatețe depășește limitele imaginației noastre, dar ne putem face o oarecare idee despre proporții dacă ne gândim că un atom este față de linia de un milimetru de mai sus la fel cum este grosimea unei foi de hârtie față de înălțimea zgârie-noriului Empire State Building.

Firește că, tocmai din pricina abundenței și a extremei lor durabilități, atomii sunt deosebit de folositori, în timp ce dimensiunile reduse îi fac nespuse de greu de detectat și de explicat. Cel care a înțeles primul că atomii au aceste trei calități – sunt mici, numeroși și, practic, indestructibili – și că toate lucrurile sunt alcătuite din ei nu a fost Antoine-Laurent Lavoisier, după cum v-ați așteptat, nici măcar Henry Cavendish sau Humphry Davy, ci un quaker englez slab și cu o educație superficială, pe nume John Dalton, cu care ne-am întâlnit prima dată în capitolul 7.

Dalton s-a născut în 1766, la marginea Ținutului Lacurilor, în apropiere de Cockermouth, într-o familie de țesători quakeri săraci și credincioși (patru ani mai târziu, poetul William Wordsworth avea să se alăture și el acestei lumi, tot la Cockermouth). Era un elev deosebit de bun – atât de strălucit, încât la neașteptata vârstă de doisprezece ani a fost numit responsabil al școlii quaker locale. Probabil că aceasta spune la fel de multe despre școală ca și despre precocitatea lui Dalton, sau poate că nu: din jurnalele lui aflăm că tot cam pe vremea aceea citea *Principiile* lui Newton – în original, în latină – și alte lucrări de o natură la fel de solicitantă. La vârsta de cincisprezece ani, pe când încă era director de școală, și-a luat o slujbă în orașul apropiat Kendal și, după zece ani, s-a mutat la Manchester, de unde arareori s-a mai urnit în următorii cincizeci de ani ai vieții sale. La Manchester s-a transformat într-un fel de vârtej intelectual, publicând cărți și lucrări pe subiecte ce variau de la meteorologie la gramatică. Acromatopsia, boală de care a suferit, a fost numită multă vreme daltonism, grație studiilor sale. Dar cea care i-a adus reputația a fost o carte grosuță numită *A New System of*

Chemical Philosophy (Un nou sistem al filosofiei chimice), publicată în 1808.

În ea, într-un scurt capitol de numai cinci pagini (din cele peste nouă sute ale cărții), oamenii cu ceva cultură fac cunoștință pentru prima dată cu atomii într-o concepție cât de cât apropiată de cea modernă. Deducția simplă a lui Dalton spunea că la baza întregii materii se află particule extrem de mici, ireductibile. „Am putea la fel de bine să încercăm să introducem în Sistemul Solar o nouă planetă sau să anihilăm una deja existentă decât să creăm sau să distrugem o particulă de hidrogen”, scria el.

Nici ideea, nici termenul „atom” nu erau tocmai o noutate. Amândouă fuseseră dezvoltate de grecii antici. Contribuția lui Dalton constă în aprecierea dimensiunilor relative, a caracteristicilor atomilor și a felului în care se îmbină aceștia. De exemplu, el știa că hidrogenul este cel mai ușor element, așa că i-a atribuit o masă atomică de 1. Credea că apa este formată din șapte părți de oxigen la una de hidrogen, așa că i-a dat oxigenului masa atomică 7. Prin aceste metode, a reușit să obțină masele atomice relative ale elementelor cunoscute. Nu întotdeauna a nimerit cu cea mai mare exactitate – greutatea atomică a oxigenului este în realitate 16, nu 7 –, dar principiul era sănătos și a rămas la baza întregii chimii moderne și a unei bune părți din restul științei moderne.

Lucrarea l-a făcut celebru pe Dalton – deși într-o manieră rezervată, tipică pentru quakerii englezi. În 1826 chimistul francez P.J. Pelletier a venit la Manchester ca să-l întâlnească pe eroul atomic. Pelletier se aștepta să îl găsească în vreo instituție măreață, de aceea a rămas perplex să-l descopere predându-le aritmetica elementară unor băieți dintr-o mică

școală de cartier. Potrivit lui E.J. Holmyard, specializat în istoria științei, Pelletier, complet confuz după ce l-a văzut pe marele om, a bâiguit:

„Am onoarea de a mă adresa domnului Dalton?”, întrucât nu-i venea să-și creadă ochilor că, în fața lui, chimistul de renume european îi preda unui băiețel regulile de bază ale aritmeticii. „Da”, a răspuns quakerul pragmatic. „Luați dumneavoastră loc aici până îl lămuresc eu pe acest flăcău cum stau lucrurile cu aritmetica.”

Deși încerca să evite onorurile, Dalton a fost ales membru al Academiei Regale împotriva voinței lui, acoperit de medalii și cadorisit cu o generoasă pensie guvernamentală. În 1844, la moartea sa, sicriul a fost văzut de 40.000 de oameni, iar cortegiul funerar s-a întins pe trei kilometri. Articolul cu numele său din *Dicționarul biografiilor naționale* este printre cele mai lungi, rivalizând ca dimensiuni, dintre oamenii de știință ai secolului al XIX-lea, numai cu cele despre Darwin și Lyell.

Vreme de un secol după ce Dalton și-a înaintat propunerea, aceasta a rămas complet ipotetică, iar câțiva oameni de știință eminente – între care se remarcă fizicianul vienez Ernst Mach, după care a fost numită viteza sunetului – s-au îndoit de însăși existența atomilor. „Atomii nu pot fi percepuți de simțuri... sunt produse ale gândirii”, scria acesta. Existența atomilor era percepută cu un scepticism atât de mare, în special în lumea vorbitoare de limba germană, încât se spune că el a jucat un rol în sinuciderea marelui cercetător în fizica teoretică și entuziast susținător al atomului Ludwig Boltzmann în 1906.

Cel care a oferit prima dovadă incontestabilă a existenței atomilor a fost Einstein, în lucrarea sa din 1905 asupra mișcării browniene, dar aceasta a atras prea puțină atenție și, oricum, Einstein avea să fie curând complet absorbit de teoriile sale despre relativitatea generală. Așadar, primul erou adevărat al erei atomice, chiar dacă nu a fost primul personaj care s-a ocupat de atomi, a fost Ernest Rutherford.

Rutherford s-a născut în 1871 în ținutul din centrul Noii Zeelande, din părinți care emigraseră din Scoția ca să crească o mână de in și o puzderie de copii (ca să-l parafrazăm pe Steven Weinberg). Cum a crescut într-o regiune îndepărtată a unei țări îndepărtate, nici că s-ar fi putut afla mai departe de evenimentele principale din știință, dar în 1895 a câștigat o bursă care l-a dus direct în Laboratorul Cavendish de la Universitatea Cambridge, pe cale să devină cel mai fierbinte punct din lume pentru fizică.

Fizicienii au reputația de a-i disprețui pe oamenii de știință din alte domenii. Când soția marelui fizician austriac Wolfgang Pauli l-a părăsit pentru un chimist, acesta a rămas șocat, nevenindu-i să creadă: „Dacă ar fi ales un toreador, aș fi înțeles”, a exclamat el uimit în fața unui prieten. „Dar un *chimist*...”

Rutherford ar fi înțeles cu siguranță acest sentiment. „Știința înseamnă fizică sau colecționat timbre”, a spus el odată, iar replica a fost repetată de multe ori de atunci încolo. Așadar, nu putem ignora ironia faptului că în 1908 i-a fost acordat Premiul Nobel pentru chimie, nu pentru fizică.

Rutherford a fost un om norocos – a avut noroc să fie un geniu, dar și mai mare noroc să trăiască într-o vreme în care

fizica și chimia erau extrem de interesante și de compatibile (lăsând deoparte sentimentele sale personale). Niciodată nu aveau să se mai suprapună cu atâta naturalețe.

În ciuda tuturor succeselor sale, Rutherford nu era un om deosebit de inteligent și stătea chiar prost cu matematica. De multe ori, în timpul cursurilor pe care le predă, se pierdea atât de tare în propriile ecuații, încât renunța la jumătatea prelegerii și le cerea studenților să le rezolve singuri. După spusele colegului său de-o viață, James Chadwick, descoperitorul neutronului, nu se pricepea prea grozav nici la experimente. Era doar tenace și deschis la nou. La el, viclenia și un soi de îndrăzneală țineau loc de genialitate. În cuvintele unui biograf, mintea sa era „întotdeauna îndreptată spre frontierele cunoașterii, cât de departe putea vedea, iar aceasta însemna mult mai departe decât majoritatea oamenilor”. Confruntat cu o problemă insurmontabilă, era dispus să se aplece asupra ei mai din greu și mai îndelung decât majoritatea oamenilor și să fie mai receptiv la explicații neortodoxe. Cea mai mare descoperire a sa s-a datorat faptului că a fost gata să petreacă ore cumplite de obositoare în fața unui ecran pentru a număra scintilațiile particulelor alfa, cum erau ele cunoscute – genul de activitate care, în mod normal, ar fi fost dată altcuiva să o facă. A fost unul dintre primii – poate chiar primul – care au observat că puterea inherentă atomului, dacă putea fi controlată, putea da naștere unor bombe suficient de puternice pentru „a face această lume să dispară într-un nor de fum”.

Fizic, era mare și puternic, cu o voce la auzul căreia timizii intrau sub pat. Odată, când s-a anunțat că Rutherford era pe cale să facă o transmisie radio peste Atlantic, un coleg a

întrebat sec: „De ce mai este nevoie de radio?”. De asemenea, dispunea de foarte multă încredere optimistă. Altă dată, când cineva i-a spus că părea întotdeauna să se afle pe creasta unui val, el a răspuns: „La urma urmelor, doar eu am făcut valul, nu-i așa?”. C.P. Snow povestește cum, în atelierul unui croitor din Cambridge, l-a auzit întâmplător pe Rutherford spunând: „Pe zi ce trece cresc la cingătoare. Și la minte”.

În 1895, când a aterizat la Cavendish, atât cingătoarea, cât și faima erau încă departe, în viitor^{*1}. Acea perioadă unică în știință a fost plină de evenimente. În anul în care Rutherford a ajuns la Cambridge, Wilhelm Roentgen a descoperit razele X la Universitatea Würzburg din Germania; în anul următor, Henry Becquerel a descoperit radioactivitatea. Iar Laboratorul Cavendish însuși era pe cale să inaugureze o lungă perioadă de glorie. În 1897 J.J. Thomson și colegii săi aveau să descopere aici electronul, în 1911 C.T.R. Wilson avea să producă tot aici primul detector de particule (după cum vom vedea în continuare), iar în 1932 James Chadwick avea să descopere neutronul. Ceva mai departe în viitor, în 1953, James Watson și Francis Crick vor descoperi la Cavendish structura ADN-ului.

La început, Rutherford a cercetat undele radio și chiar cu ceva rezultate – a reușit să transmită un semnal destul de bun mai mult de un kilometru, o realizare extrem de rezonabilă pentru acea vreme –, dar a renunțat atunci când un coleg l-a convins că undele radio nu aveau viitor. În ansamblu însă, lui Rutherford nu i-a mers prea strălucit la Cavendish și după trei ani, simțind că nu reușește nimic, a acceptat un post la Universitatea McGill din Montréal, unde și-a început lunga și constanta ascensiune către măreție. Când a primit Premiul

Nobel (pentru „investigații în dezintegrarea elementelor și chimia substanțelor radioactive”, potrivit argumentației oficiale), se mutase deja la Universitatea din Manchester, unde a realizat de fapt cea mai importantă cercetare a sa pentru determinarea structurii și naturii atomului.

Până la începutul secolului XX, se știa că atomii sunt alcătuiți din componente – descoperirea electronului de către Thomson stabilise acest lucru –, dar nu se cunoștea câte sunt, cum și unde se îmbină sau ce formă iau. Unii fizicieni credeau că atomul ar putea avea formă de cub, deoarece cuburile pot fi asamblate foarte precis, fără pierdere de spațiu. Însă percepția mai generală spunea că atomul semăna mai mult cu un fel de chiflă cu stafide sau budincă de prune: un obiect dens, solid, încărcat cu o sarcină pozitivă și presărat cu electronii de sarcină negativă, cam așa cum sunt presărate stafidele într-o prăjitură.

În 1910 Rutherford (asistat de studentul său Hans Geiger, cel care avea să inventeze mai târziu detectorul de radiații care îi poartă numele) a bombardat o foiță de aur cu atomi de heliu ionizați sau particule alfa. Spre uluirea lui Rutherford, câteva particule au țâșnit înapoi. Era ca și cum, a spus el, ai trage cu un proiectil de 15 țoli într-o hârtie și ți-ar veni înapoi în poală. Acest lucru pur și simplu nu trebuia să se întâmple. După o cugetare considerabilă, și-a dat seama că nu exista decât o singură explicație: particulele care au ricoșat se loveau de ceva mic și dens din inima atomului, în vreme ce alte particule își croiau drum nestânjenite. Un atom, a conchis Rutherford, era alcătuit în mare parte din spațiu gol și avea un nucleu dens în centru. Era o descoperire care să-ți meargă la

inimă, dar care crea imediat o problemă. După toate legile fizicii convenționale, rezulta că atomul nu ar trebui să existe.

Să ne oprim un moment și să analizăm structura atomului așa cum o știm noi acum. Fiecare atom este alcătuit din trei tipuri de particule elementare: protonii, încărcăți cu o sarcină electrică pozitivă; electronii, având o sarcină electrică negativă; și neutronii, care nu au niciun fel de sarcină. Protonii și neutronii sunt strânși în nucleu, în vreme ce electronii se învârtesc pe dinafară. Numărul de protoni este cel care îi conferă atomului identitatea sa chimică. Un atom cu un singur proton este un atom de hidrogen, unul cu doi protoni este de heliu, cu trei protoni este de litiu și tot așa în sus, pe scară. De fiecare dată când adăugăm un proton, obținem un nou element. (Întrucât numărul de protoni dintr-un atom este întotdeauna contrabalansat de un număr egal de electroni, s-ar putea să citiți prin diverse lucrări că numărul de electroni este cel care definește un element; de fapt, este același lucru.)

Neutronii nu influențează identitatea atomului, dar îi cresc masa. Numărul de neutroni este în general cam același cu numărul de protoni, dar pot fi și mai mulți sau mai puțini. Dacă adăugăm sau scoatem un neutron sau doi, obținem un izotop. Termenii pe care îi auziți folosiți în legătură cu tehnicile de datare din arheologie se referă la izotopi – carbon-14, de exemplu, care este un atom de carbon cu șase protoni și opt neutroni (unde paisprezece este suma lor).

Neutronii și protonii ocupă nucleul atomului. Nucleul atomului este mititel – numai a milioana din miliarda parte din întregul volum al atomului –, dar extraordinar de dens,

întrucât conține practic întreaga masă a atomului. După cum spunea Cropper, dacă atomul s-ar expanda la dimensiunile unei catedrale, atunci nucleul ar fi cam de dimensiunea unei muște – dar o muscă de mii de ori mai grea decât catedrala. Tocmai acest spațiu – neașteptata și răsunătoarea rarefiere – l-a pus în dificultate pe Rutherford în 1910.

Dacă ne gândim că atomii reprezintă în mare parte spațiu gol și că soliditatea pe care o vedem pretutindeni în jur este doar o iluzie, noțiunea este încă amețitoare. În lumea reală, când două obiecte se ciocnesc – cel mai adesea, sunt date drept exemplu bilele de biliard –, ele nu se lovesc de fapt una de alta. Timothy Ferris descrie cum „câmpurile încărcate cu sarcină negativă ale celor două bile se resping reciproc... Dacă nu ar exista sarcinile lor electrice, ar putea trece unele prin altele nevătămate, precum galaxiile”. Când stați pe un scaun, de fapt nu stați pe el, ci levitați deasupra lui la o înălțime de un angstrom (a suta milioana parte dintr-un centimetru), iar electronii dumneavoastră și cei ai scaunului se opun implacabil unei mai mari intimități.

Imaginea unui atom, așa cum este vizualizată de aproape toată lumea, conține un electron sau doi care zboară în jurul unui nucleu, precum planetele pe orbită în jurul unui soare. Imaginea a fost creată în 1904 de un fizician japonez pe nume Hantaro Nagaoka, aproape fără nicio bază, cu excepția unei intuiții inteligente. Este complet eronată, dar tot pe atât de cunoscută. După cum îi plăcea lui Isaac Asimov să spună, a inspirat generații întregi de scriitori de science-fiction să creeze povești despre lumi în alte lumi, în care atomii devin mici sisteme solare locuite sau în care sistemul nostru solar se dovedește a fi un biet firicel de praf într-o schemă grandioasă.

Chiar și acum, CREN, Organizația Europeană de Cercetare Nucleară, folosește imaginea lui Nagaoka drept logo pe site-ul său. În realitate, după cum aveau să înțeleagă curând fizicienii, electronii nu seamănă deloc cu planetele pe orbită, ci mai mult cu paletele unui ventilator în mișcare, ce reușesc astfel să umple fiecare părticică de spațiu din orbitele lor simultan (dar cu diferența fundamentală că paletele unui ventilator numai *par* să fie peste tot în același timp, în vreme ce electronii chiar *sunt*).

Inutil să menționăm că prea puține din toate acestea erau cunoscute în 1910 și mulți ani după aceea. Descoperirea lui Rutherford a pus imediat câteva probleme serioase, dintre care nu cea mai nesemnificativă este faptul că niciun electron nu ar trebui să fie capabil să se miște pe orbită în jurul nucleului fără să se prăbușească. Teoria electrodinamică convențională spune că un electron care gravitează ar trebui să rămână fără energie imediat – în numai o secundă sau cam așa ceva – și să se prăbușească în spirală peste nucleu, cu consecințe dezastruoase pentru amândoi. Se mai pune și problema cum de reușesc protonii, cu sarcina lor pozitivă, să se adune în interiorul nucleului fără să explodeze și să se destrame pe ei și întregul atom. În mod evident, orice se petrecea acolo, în lumea celor foarte mici, nu era guvernat de legile care se aplică în macrolumea noastră, acolo unde iau naștere și așteptările noastre.

Pe măsură ce au început să se cufunde în sfera subatomică, fizicienii și-au dat seama că aceasta nu este doar diferită de tot ce cunoșteam noi la acea vreme, ci și de tot ce ne imaginaserăm vreodată. Richard Feynman observa cândva că,

„Întrucât comportamentul atomilor este atât de diferit de experiența noastră obișnuită, este foarte dificil să îl accepți; el lasă impresia de ciudățenie și mister tuturor, atât începătorilor, cât și fizicienilor experimentați”. Când Feynman a făcut acest comentariu, trecuse deja o jumătate de secol în care fizicienii avuseseră timp să se obișnuiască cu atât de straniu comportament atomic. Vă dați seama atunci cam ce-au simțit Rutherford și colegii săi la începutul anilor 1910, atunci când toate erau proaspăt descoperite.

Unul dintre oamenii care lucrau cu Rutherford era un tânăr danez, blajin și afabil, pe nume Niels Bohr. În 1913, pe când se lupta cu structura atomului, lui Bohr i-a venit o idee atât de interesantă, încât și-a amânat luna de miere ca să scrie o lucrare devenită acum de referință.

Întrucât fizicienii nu puteau vedea ceva atât de mic precum atomul, trebuiau să încerce să-i deslușească structura din comportamentul său atunci când îl treceau prin diverse situații, așa cum făcuse Rutherford atunci când bombardase foița cu particule alfa. Uneori, rezultatele experimentelor îi nedumereau, dar asta nu era o surpriză. O nedumerire care s-a perpetuat îndelung era legată de analiza spectrală a lungimilor de undă ale hidrogenului. Aici apăreau matrice care arătau că atomii de hidrogen emit energie la anumite lungimi de undă, dar nu și la altele. Era ca și cum o persoană aflată sub supraveghere tot apare în anumite locuri, dar nu este niciodată observată când circulă de la unul la altul. Nimeni nu înțelegea de ce se întâmpla așa ceva.

Tocmai pe când se frământa cu această problemă, lui Bohr i-a venit o idee și a scris în goana mare faimoasa sa lucrare numită *Despre constituția atomilor și a moleculelor*; lucrarea

explica modul în care electronii erau împiedicați să cadă peste nucleu, sugerând că nu puteau ocupa decât anumite orbite bine definite. Potrivit noii teorii, un electron care se mișcă între orbite dispare de pe una și reapare instantaneu pe alta, *fără să treacă prin spațiul dintre ele*. Această idee – faimosul salt cuantic – este, firește, de o ciudățenie extremă, dar era prea bună ca să nu fie adevărată. Nu numai că împiedica electronii să cadă în spirală peste nucleu, provocând catastrofe, dar explica și nonconformismele lungimi de undă ale hidrogenului. Electronii apar numai pe anumite orbite, deoarece există numai pe anumite orbite. Era o perspectivă inovatoare care i-a adus lui Bohr Premiul Nobel pentru fizică în 1922, la un an după ce Einstein și l-a primit pe al său.

Între timp, neobositul Rutherford, revenit la Cambridge, unde i-a urmat lui J.J. Thomson în poziția de șef al Laboratorului Cavendish, a propus un model care explica de ce nu explodează nucleele. A observat că sarcina pozitivă a protonilor trebuie să fie neutralizată de vreun fel de particule, pe care le-a numit neutroni. Ideea era simplă și atrăgătoare, dar deloc ușor de dovedit. Asociatul lui Rutherford, James Chadwick, a petrecut unsprezece ani de muncă intensă vânând neutronii, până când, în 1932, a reușit în sfârșit. Și lui i-a fost acordat Premiul Nobel pentru fizică în 1935. După cum subliniază Boorse și colegii săi în istoria scrisă pe această temă, întârzierea acestei descoperiri a fost, probabil, un lucru pozitiv, deoarece stăpânirea neutronului a fost o parte esențială în fabricarea bombei atomice (pentru că neutronii nu au niciun fel de sarcină, ei nu sunt respinși de câmpul electric din inima atomului și astfel pot fi trimiși, ca niște mici torpile, într-un nucleu atomic, declanșând procesul distructiv

cunoscut sub numele de fisiune nucleară). Dacă neutronul ar fi fost izolat în anii 1920, remarcă autorii, este „foarte probabil ca bomba atomică să fi fost fabricată mai întâi în Europa, fără îndoială de către nemți”.

Așa însă, europenii erau ocupați până peste cap încercând să înțeleagă comportamentul ciudat al electronilor. Problema principală cu care se confruntau era aceea că electronul se comportă uneori asemenea unei particule, iar alteori asemenea unei unde. Această dualitate imposibilă aproape că i-a scos din minți pe fizicieni. În următorul deceniu, în întreaga Europă, fizicienii furibunzi s-au gândit, au scris mii de materiale, au propus ipoteze concurente. În Franța, prințul Louis-Victor de Broglie, vlăstarul unei familii de duci, a descoperit că anumite anomalii din comportamentul electronilor dispăreau de îndată ce erau percepuți drept unde. Observația a atras atenția austriacului Erwin Schrödinger, care, după ce a făcut câteva modificări subtile, a inventat un sistem practic, numit mecanica ondulatorie. Aproape în același timp, fizicianul german Werner Heisenberg a propus o teorie concurentă, numită mecanica matricială. Aceasta era atât de complicată matematic, încât aproape nimeni nu a înțeles-o, nici măcar Heisenberg însuși („Nici măcar nu știu ce este o matrice”, i s-a plâns disperat Heisenberg unui prieten, la un moment dat), dar părea într-adevăr să rezolve niște probleme pe care undele lui Schrödinger nu le explicau.

Rezultatul interesant a fost că fizica avea acum două teorii, bazate pe premise opuse, dar care aduceau aceleași rezultate. Era o situație imposibilă.

Într-un târziu, în 1926, Heisenberg a venit cu un compromis celebru, care a dus la formarea unei noi discipline,

cunoscută acum drept mecanica cuantică. În centrul ei se afla Principiul Incertitudinii al lui Heisenberg, care afirmă că electronul este o particulă, dar una ce poate fi descrisă în termeni de unde. Incertitudinea în jurul căreia este construită teoria spune că putem ști calea pe care o urmează un electron atunci când se mișcă printr-un spațiu sau putem ști unde se află într-un anumit moment, dar nu le putem ști pe amândouă^{*2}. Orice încercare de a măsura una dintre ele va interfera inevitabil cu cealaltă. Iar problema nu ține doar de nevoia de a dispune de instrumente mai exacte, ci este o proprietate imuabilă a universului.

În practică, aceasta înseamnă că nu se poate prezice unde se va afla un electron la un moment dat. Putem preciza doar probabilitatea prezenței sale acolo. Într-un fel, după cum se exprimă Dennis Overbye, un electron nu există până când nu este observat. Sau, puțin altfel spus, până când este observat, un electron trebuie considerat ca fiind „peste tot și nicăieri, în același timp”.

Dacă vă simțiți derutați, s-ar putea să vă liniștească să aflați că și fizicienii au fost la fel de nelămuriți. Overbye scrie: „Bohr a comentat odată că dacă o persoană nu se simte revoltată auzind pentru prima dată de teoria cuantică înseamnă că nu a înțeles ce a auzit”. Întrebat cum își poate închipui cineva un atom, Heisenberg a replicat: „Nu încerca!”.

Așadar, atomul s-a dovedit a fi destul de diferit de imaginea pe care și-o formaseră cei mai mulți oameni. Electronul nu zboară în jurul nucleului, asemenea unei planete în jurul soarelui ei, ci ia mai mult aspectul amorf al unui nor. „Cochilia” unui atom nu este acea carcasă dură și strălucitoare pe care ne îndeamnă uneori ilustrațiile să ne-o

imaginăm, ci doar partea exterioară a acestor nori electronici amorfi. Norul însuși este în principal doar o zonă de probabilitate statistică, ce marchează aria dincolo de care rareori se va rătăci un electron. Astfel, un atom, dacă l-ați putea vedea, ar arăta mai mult ca un fel de minge de tenis foarte pufoasă decât ca o sferă metalică și cu contururi dure (dar nici cu aceasta nu seamănă prea mult; și, de fapt, nu seamănă cu nimic din ce ați văzut vreodată; la urma urmelor, ne aflăm aici într-o lume foarte diferită de aceea pe care o vedem în jurul nostru).

Se părea că ciudățenia nu are sfârșit. Așa cum spunea James Trefil, pentru prima dată, oamenii de știință se loviseră de „o sferă a universului pe care creierul nostru pur și simplu nu este programat să o înțeleagă”. Sau, așa cum spune Feynman, „lucrurile la scară mică nu seamănă *deloc* cu cele la scară mare”. Pe măsură ce cercetau mai adânc, fizicienii își dădeau seama că au descoperit o lume în care nu numai că electronii puteau sări de la o orbită la alta fără să treacă printr-un spațiu intermediar, dar materia putea lua naștere subit, din nimic – „cu condiția să dispară din nou suficient de repede”, în formularea lui Alan Lightman de la MIT.

Poate cea mai năucitoare dintre improbabilitățile cuanticii este ideea ce rezultă din Principiul de excluziune al lui Wolfgang Pauli din 1925, potrivit căruia, în anumite perechi de particule subatomice, chiar dacă sunt despărțite una de alta prin distanțe considerabile, una va „ști” în fiecare clipă ce face cealaltă. Particulele au o calitate numită *spin*, iar potrivit teoriei cuantice, în momentul în care determini sensul rotirii unei particule, geamăna sa va începe imediat să se rotească în

direcție opusă, în același ritm, indiferent cât de departe s-ar afla.

În cuvintele lui Lawrence Joseph, autor de texte științifice, este ca și cum ai avea două bile identice de biliard, una în Ohio și cealaltă în Fiji, iar în clipa în care o lovești pe una cu efect, făcând-o să se rotească, cealaltă ar începe imediat să se rotească în direcție contrară, cu exact aceeași viteză. Este remarcabil faptul că acest fenomen a putut fi dovedit în 1997, când fizicienii de la Universitatea din Geneva au trimis fotoni în direcții diferite la o distanță de zece kilometri și au demonstrat că perturbarea unuia a provocat un răspuns instantaneu în celălalt.

Lucrurile au luat o asemenea amploare, încât la o conferință Bohr a declarat că, pentru orice teorie nouă, întrebarea care se pune nu este dacă e nebunească, ci dacă este suficient de nebunească. Pentru a ilustra natura nonintuitivă a lumii cuantelor, Schrödinger a oferit un faimos experiment de gândire, în care o pisică ipotetică este plasată într-o cutie cu un atom dintr-o substanță radioactivă, legat de un flacon cu acid cianhidric. Dacă particula se dezintegrează într-o oră, se va declanșa un mecanism care va sparge flaconul și va otrăvi pisica. Dacă nu, pisica va trăi. Dar noi nu știm care variantă este valabilă, așa că, științific vorbind, nu putem decât să considerăm pisicaută laută vie șiută laută moartă, în același timp. Așa cum observa Stephen Hawking, cu o undă de încântare perfect justificată, aceasta înseamnă că nimeni nu poate „prezice exact evenimente viitoare, de vreme ce nu putem măsura exact nici măcar starea prezentă a universului!”.

Din cauza ciudățeniilor sale, mulți fizicieni au respins teoria cuantică, sau cel puțin anumite aspecte ale ei, dar niciunul mai mult ca Einstein. Și nu putem să nu remarcăm ironia acestei situații, având în vedere că el a fost cel care a explicat atât de convingător, în *annus mirabilis* 1905, cum fotonii de lumină se pot comporta uneori ca particule, iar alteori ca unde – însăși noțiunea aflată la baza noii fizici. „Teoria cuantică este demnă de considerație”, a spus el politicos, deși în realitate nu-i plăcea deloc. „Dumnezeu nu joacă zaruri”, a afirmat el^{*3}.

Einstein nu suporta ideea că Dumnezeu ar putea crea un Univers în care unele lucruri nu vor putea fi cunoscute niciodată. Mai mult, ideea acțiunii la distanță – faptul că o particulă ar putea influența instantaneu o alta, aflată la mii de milioane de kilometri depărtare – însemna o violare flagrantă a teoriei speciale a relativității. Nimic nu putea întrece viteza luminii și totuși existau fizicieni care insistau că, la nivel subatomic, cumva informația reușea acest lucru. (Că tot veni vorba, nimeni nu a explicat niciodată cum de reușesc particulele o asemenea ispravă. Potrivit fizicianului Yakir Aharonov, oamenii de știință s-au ocupat de această problemă „refuzând să se gândească la ea”.)

Mai presus de toate, problema era că fizica cuantică introducea un grad de dezordine care nu existase înainte. Brusca, era nevoie de două seturi de legi care să explice comportamentul universului: teoria cuantică pentru lumea foarte mică și teoria relativității pentru marele univers de dincolo de noi. Gravitația din teoria relativității reușea în mod strălucit să explice de ce planetele orbitează în jurul soarelui și de ce galaxiile au tendința să se grupeze în roiuri, dar s-a

dovedit a nu avea niciun fel de relevanță la nivelul particulelor. Trebuiau izolate alte forțe, care să explice ce anume ține un atom încheșat, iar în anii 1930 s-au descoperit două astfel de forțe: forța nucleară tare și forța nucleară slabă. Forța nucleară tare este aceea care conferă integritatea atomilor prin faptul că le permite protonilor să se reunească în nucleu. Forța nucleară slabă se angajează în sarcini mai variate, legate în mare parte de controlarea vitezei anumitor tipuri de dezintegrare radioactivă.

În ciuda numelui său, forța nucleară slabă este de zece miliarde de miliarde de miliarde de ori mai puternică decât gravitația, iar forța nucleară tare este și mai puternică – mult mai puternică chiar –, dar influența lor se manifestă numai pe distanțe dintre cele mai minuscule. Efectul forței tari răzbate numai până la aproximativ a suta mia parte din diametrul unui atom. De aceea, nucleele atomilor sunt atât de compacte și dense, iar elementele cu nuclee mari și aglomerate au tendință spre instabilitate: forța tare pur și simplu nu poate ține la un loc toți protonii.

Un avantaj al acestei situații ar fi că fizica a ajuns să opereze cu două corpuri de legi – unul pentru lumea foarte mică, altul pentru universul la scară macro –, iar cele două par să aibă existențe separate. Lui Einstein nu i-a plăcut nici acest lucru. El și-a dedicat restul vieții căutării unei modalități de a pune cap la cap aceste idei rămase în aer prin descoperirea unei Mari Teorii Unificate, dar a eșuat de fiecare dată. Din când în când, avea impresia că a găsit-o, dar mereu se trezea la sfârșit că ea se destramă. Cu trecerea timpului, a fost tot mai marginalizat, ba chiar privit oarecum cu milă.

Fără excepție, scria Snow, „colegii săi credeau, și încă mai cred, că și-a irosit a doua parte a vieții”.

Prin alte părți însă, se făceau progrese reale. Până la mijlocul anilor 1940, oamenii de știință ajunseseră la un punct în care înțelegeau atomul în profunzime – după cum au demonstrat, și încă poate chiar prea eficient, în august 1945, când au reușit să detoneze două bombe atomice deasupra Japoniei.

La acel moment, fizicienii au considerat, nu fără motiv, că îmblânzirea atomului era încheiată. În realitate, fizica particulelor avea să devină mult mai complicată. Dar înainte să deschidem capitolul acestei povești aproape epuizante, trebuie să aducem la zi un alt fir din istoria noastră, ocupându-ne de o poveste importantă și salutară despre avariție, înșelăciune, erori științifice și câteva pierderi inutile de vieți omenești, pentru a ajunge în sfârșit la determinarea corectă a vârstei Pământului.

*1 Numele laboratorului provine de la aceeași familie Cavendish care l-a dat și pe Henry. Însă acesta era William Cavendish, al șaptelea duce de Devonshire, un matematician dotat și baron al oțelului în Anglia victoriană. În 1870 acesta a donat universității 6.300 de lire sterline pentru a se construi un laborator experimental.

*2 Planează o anume incertitudine în legătură cu folosirea cuvântului „incertitudine” (în original, în engleză, *uncertainty*) referitor la Principiul lui Heisenberg. Michael Frayn, într-o postfață la piesa sa *Copenhaga*, scrie că diferiți traducători au folosit diferite cuvinte din germană – *Unsicherheit*, *Unschärfe*, *Ungenauigkeit* și *Unbestimmtheit* –,

dar că niciunul nu este un echivalent exact al englezescului *uncertainty*. Frayn sugerează că *indeterminare* (*indeterminacy*) ar fi un termen mai bun pentru acest principiu, iar *indeterminabilitate* (*indeterminability*) ar fi chiar și mai bun. Heisenberg însuși a folosit în general termenul *Unbestimmtheit*.

*3 Sau cel puțin așa este citat aproape de fiecare dată. Citatul exact este: „Mi se pare dificil să arunci o privire în cărțile lui Dumnezeu. Dar faptul că El joacă zaruri și folosește metode «telepatice»... este ceva ce nu pot crede nicio secundă”.

Capitolul 10

O lume cu picioare de plumb

La sfârșitul anilor 1940, un absolvent al Universității din Chicago, pe nume Clair Patterson (care, în ciuda prenumelui său, era fiul unui fermier, de origine din Iowa), folosea o nouă metodă de măsurare cu ajutorul unui izotop de plumb, pentru a obține în sfârșit o vârstă certă a Pământului. Din nefericire, toate mostrele de roci se contaminau – cele mai multe dintre ele, destul de serios. Majoritatea conțineau aproape de două sute de ori nivelul de plumb normal. Aveau să treacă mulți ani până ca Patterson să-și dea seama că aceasta se datora unui regretabil inventator din Ohio, pe nume Thomas Midgley, Junior.

Midgley era de profesie inginer, iar lumea ar fi fost mai în siguranță dacă ar fi rămas la ingineria sa. În schimb, a devenit interesat de aplicațiile industriale ale chimiei. În 1921, în timp ce lucra pentru General Motors Research Corporation din Dayton, Ohio, a analizat un compus numit plumb tetraetilic (cunoscut, de asemenea, sub numele de tetraetil de plumb, ca să fie și mai confuz) și a descoperit că acesta reducea semnificativ o problemă supărătoare cunoscută drept bătaia motorului.

Deși se știa foarte bine că plumbul este periculos, până la începutul secolului XX se găsea în tot felul de produse de consum. Mâncarea era ambalată în conserve sigilate cu plumb. Apa era de multe ori depozitată în recipiente ce conțineau plumb. Arseniatul de plumb era împrăștiat peste fructe ca pesticid. Plumbul a intrat chiar și în compoziția pastei de dinți. Aproape că nu exista produs care să nu aducă puțin plumb în viața consumatorilor. Însă nimic nu i-a conferit o participare mai extinsă și mai de durată ca adăugarea lui la combustibilul pentru motoare.

Plumbul este neurotoxic. Consumat în cantități mari, poate afecta iremediabil creierul și sistemul nervos. Printre numeroasele simptome asociate cu expunerea exagerată la plumb se numără orbirea, insomnia, blocajul renal, pierderea auzului, cancerul, paralizii și convulsiile. În forma sa cea mai acută, acesta produce halucinații bruște și terifiante, care îngrozesc atât victimele, cât și martorii și care, în general, induc apoi coma și decesul. Un lucru e sigur, și anume că nu este bine să introduceți prea mult plumb în organismul dumneavoastră.

Pe de altă parte, plumbul era ușor de extras și de prelucrat și aproape jenant de profitabil atunci când era produs industrial – iar tetraetilul de plumb făcea, într-adevăr, ca motoarele să nu se mai înece. Astfel, în 1923, trei dintre cele mai mari corporații din America, General Motors, Du Pont și Standard Oil din New Jersey, au pus bazele unei firme comune, sub numele de Ethyl Gasoline Corporation (mai târziu denumită pe scurt Ethyl Corporation), cu scopul de a produce oricât tetraetil de plumb se putea cumpăra în lume, ceea ce s-a dovedit o afacere extrem de profitabilă. Și-au

numit aditivul „etil”, pentru că suna mai prietenos și mai puțin toxic decât „plumb”, și l-au introdus pe piața publică (sub mai multe forme decât își imaginează majoritatea oamenilor) la 1 februarie 1923.

Aproape imediat, muncitorii din producție au început să prezinte simptomele de mers împiedicat și perturbare a facultăților, specifice unei otrăviri recente. Aproape la fel de imediat, Ethyl Corporation a adoptat o politică de negare calmă, dar nestrămutată, care avea să-i servească minunat interesele decenii de-a rândul. După cum remarcă Sharon Bertsch McGrayne în captivanta sa istorie a chimiei industriale *Prometheans in the Lab (Prometei în laborator)*, atunci când angajații unei fabrici au început să prezinte halucinații ireversibile, un purtător de cuvânt a informat presa pe un ton afectuos: „Probabil că acești oameni și-au ieșit din minți pentru că au muncit prea mult”. În total, cel puțin cincisprezece muncitori au murit în zilele de început ale producției de combustibil cu plumb și mulți alții s-au îmbolnăvit, adesea cu consecințe dramatice; cifrele exacte nu se cunosc, deoarece compania reușea aproape întotdeauna să mușamalizeze veștile despre scurgeri, împrăștieri de substanțe și otrăviri. Uneori, blocarea informațiilor era totuși imposibilă – un exemplu notabil fiind cel din 1924, când, în decurs de numai câteva zile, au murit cinci muncitori din producție și alți treizeci și cinci au devenit niște ruine tremurătoare din cauza unei singure fabrici prost aerisite.

Când au început să circule zvonurile legate de pericolele declanșate de noul produs, exuberantul inventator al etilului, Thomas Midgley, a decis să facă o demonstrație în fața reporterilor, pentru a le spulbera îndoielile. În timp ce vorbea

volubil despre angajamentul companiei față de normele de siguranță, și-a turnat tetraetil de plumb pe mâini și apoi a dus un recipient conținând aceeași substanță la nas, ținându-l șaiszeci de secunde și pretinzând că ar putea face acest lucru în fiecare zi fără să-și provoace vreun rău. În realitate, Midgley cunoștea prea bine pericolele otrăvirii cu plumb, întrucât se îmbolnăvisese și el destul de serios cu câteva luni înainte, din cauza expunerii exagerate, iar acum, cu excepția demonstrațiilor pentru liniștirea jurnaliștilor, nu se apropia de produs decât dacă nu avea încotro.

Încurajat de succesul combustibilului cu plumb, Midgley și-a îndreptat apoi atenția către o altă problemă tehnologică a epocii sale. În anii 1920, frigidererele erau înfricoșător de riscante, pentru că foloseau gaze periculoase și insidioase, care uneori se scurgeau și în afară. O astfel de scurgere de la un frigider dintr-un spital din Cleveland, Ohio, în 1929, a omorât mai bine de o sută de oameni. Midgley a încercat să creeze un gaz care să fie stabil, neinflamabil, necoroziv și sigur pentru respirație. Cu un instinct aproape neverosimil pentru tot ce era regretabil, a inventat clorofluorocarbonii (CFC).

Rareori un produs industrial a fost acceptat mai rapid și cu rezultate mai nefericite decât acesta. CFC a intrat în producție la începutul anilor 1930 și și-a găsit mii de aplicații în aproape toate domeniile, de la aerul condiționat din mașini la deodorantele spray, înainte de a se observa, o jumătate de secol mai târziu, că el devora pur și simplu ozonul din stratosferă. După cum vă dați seama, nu este deloc un lucru bun.

Ozonul este o formă de oxigen în care fiecare moleculă conține trei atomi de oxigen, în locul celor doi obișnuiți. Este într-o ciudățenie chimică, prin aceea că, la nivelul solului, este un agent poluant, în vreme ce acolo, sus, în stratosferă, este benefic, întrucât absoarbe periculoasele radiații ultraviolete. Ozonul benefic nu este însă prea abundent. Dacă ar fi distribuit egal în întreaga stratosferă, ar forma un strat de numai aproximativ doi milimetri. Tocmai de aceea este atât de ușor de perturbat.

Clorofluorocarbonii sunt de asemenea destul de rari – ei formează numai circa o parte la un miliard din atmosfera ca întreg –, dar capacitatea lor distructivă este de-a dreptul extravagantă. Un singur kilogram de CFC poate atrage și anihila șaptezeci de mii de kilograme de ozon atmosferic. În plus, CFC are o remarcabilă longevitate – în medie, cam un secol, provocând în tot acest timp distrugerii. Și sunt niște enormi bureți de căldură. O singură moleculă de CFC este de circa zece mii de ori mai eficientă în accentuarea efectului de seră decât o moleculă de dioxid de carbon, iar dioxidul de carbon nu este deloc leneș atunci când provoacă efectul de seră. Pe scurt, clorofluorocarbonii s-ar putea dovedi, în ultimă instanță, cea mai nefericită invenție a secolului XX.

Midgley nu a aflat acest lucru, deoarece a murit cu mult înainte să-și dea cineva seama cât de distructiv este CFC. Însăși moartea lui a fost neobișnuită, și deci memorabilă. După ce a fost schilodit de poliomielită, Midgley a inventat niște scripeți motorizați care îl ridicau și îl întorceau automat în pat. În 1944 s-a prins în corzi în timp ce aparatul era în funcțiune și a fost strangulat.

*

Dacă te interesa să afli vârstele diverselor lucruri în anii 1940, cel mai potrivit loc pentru aceasta era Universitatea din Chicago. Willard Libby era pe cale să inventeze datarea cu ajutorul radiocarbonului, ceea ce avea să le permită oamenilor de știință să afle cu certitudine vârsta oaselor și a altor rămășițe anatomice organice, ceva ce nu se mai reușise până atunci. Cele mai vechi datări nu mergeau mai departe de Prima Dinastie din Egipt – aproximativ 3000 î.Hr. De exemplu, nimeni nu putea spune cu certitudine când s-a retras ultima calotă glaciară sau în ce moment omul de Cro-Magnon decorase peșterile din Lascaux, în Franța.

Ideea lui Libby a fost atât de folositoare, încât a primit un Premiu Nobel pentru ea în 1960. Se baza pe înțelegerea faptului că toate ființele vii conțin un izotop de carbon numit carbon-14, care începe să se degradeze cu o viteză măsurabilă din momentul morții. Carbon-14 are un timp de înjumătățire – adică timpul necesar oricărui eșantion pentru a dispărea pe jumătate – de circa 5.600 de ani, așadar, aflând cât de mult s-a dezintegrat dintr-un anumit eșantion de carbon, Libby putea obține o estimare rezonabilă a vârstei unui obiect, chiar dacă numai până la un anumit punct. După un interval de opt ori timpul de înjumătățire, mai rămâne numai 0,39% din carbonul radioactiv inițial, care este prea puțin pentru a mai efectua o măsurătoare sigură, de aceea datarea cu ajutorul radiocarbonului este potrivită doar pentru obiecte cu o vechime de până la 40.000 de ani, cu aproximație.

Interesant este faptul că, tocmai pe când tehnica începea să se răspândească, au început să iasă la iveală anumite neajunsuri. Pentru început, s-a descoperit că una dintre

componentele de bază ale formulei lui Libby, cunoscută drept constanta de dezintegrare, era greșită cu circa 3%. Între timp însă, se efectuaseră mii de măsurători în întreaga lume. În loc să se refacă fiecare dintre ele, oamenii de știință au decis să păstreze constanta eronată. Tim Flannery scria: „Astfel, fiecare datare brută cu radiocarbon pe care o cunoașteți astăzi este mai mică decât ar trebui cu circa 3%”. Și problemele nu s-au oprit aici. De asemenea, s-a descoperit rapid că mostrele de carbon-14 pot fi ușor contaminate cu carbon din alte surse – o fărâmă minusculă de materie vegetală, de exemplu, care a fost colectată împreună cu mostra și nu a fost observată. Pentru eșantioane mai recente – de exemplu, cele care au mai puțin de 20.000 de ani –, contaminările infime nu au întotdeauna importanță, dar pentru cele mai vechi pot reprezenta o problemă serioasă, prin aceea că prea puțini atomi rămași vor participa la datare. În primul caz, ca să-l cităm pe Flannery, este ca și cum ai greși cu un dolar atunci când numeri până la o mie, iar în al doilea caz este ca și cum ai greși cu un dolar când nu ai de numărat decât doi.

Metoda lui Libby se baza pe faptul că rata la care carbonul este absorbit de ființele vii și cantitatea de carbon-14 din atmosferă au fost constante de-a lungul istoriei. De fapt, nu s-a întâmplat așa. Acum știm că volumul de carbon-14 din atmosferă variază în funcție de cât de bine reușește magnetismul Pământului să devieze razele cosmice și că aceasta se poate schimba semnificativ de-a lungul timpului. Ceea ce înseamnă că anumite datări cu carbon-14 sunt mai îndoielnice decât altele. Printre cele mai incerte sunt datările din jurul perioadei în care oamenii au ajuns pentru prima

dată în America, acesta fiind unul dintre motivele pentru care problema este disputată de atâta vreme.

În sfârșit, și probabil destul de neașteptat, datările pot fi invalidate din cauza unor factori externi, aparent fără legătură, cum ar fi, de exemplu, regimul alimentar al oamenilor ale căror oase sunt testate. Un caz recent este dezbaterea îndelungată pe tema originii sifilisului în Lumea Nouă sau în cea Veche. Arheologii de la Hull au descoperit că monahii din cimitirul unei mănăstiri suferiseră de sifilis, dar concluzia inițială, potrivit căreia aceștia fuseseră bolnavi cu mult înainte de călătoria lui Columb, a fost invalidată în momentul în care și-au dat seama că respectivii călugări consumaseră foarte mult pește, iar aceasta ar fi putut face ca oasele lor să pară mult mai vechi decât erau în realitate. Se prea poate ca monahii să fi avut sifilis, dar de unde l-au luat și când anume rămâne încă un chinuitor mister nerezolvat.

Din cauza defectelor acumulate ale carbonului-14, oamenii de știință au inventat alte metode de datare a materialelor străvechi, printre care termoluminiscența, care măsoară electronii prinși în materie, și rezonanța electronică a spinului, care înseamnă bombardarea unui eșantion cu unde electromagnetice și măsurarea vibrațiilor electronilor. Dar nici cea mai bună dintre acestea nu a putut data nimic mai vechi de circa 200.000 de ani și nici materiale anorganice, precum rocile, or, firește, tocmai acest lucru era necesar pentru a afla vârsta planetei.

Problemele legate de datarea rocilor erau atât de complicate, încât, la un moment dat, aproape toată lumea renunțase. Dacă nu ar fi existat foarte hotărâtul profesor

englez Arthur Holmes, probabil că întreaga aventură ar fi rămas în suspensie.

Holmes s-a dovedit un erou atât prin prisma obstacolelor pe care le-a avut de depășit, cât și a rezultatelor pe care le-a obținut. Prin anii 1920, când se afla la apogeul carierei, geologia nu mai era la modă – noua atracție a epocii era fizica – și se confrunta cu o mare criză de finanțare, mai ales în Marea Britanie, locul său de naștere spiritual. La Universitatea din Durham, vreme de mai mulți ani, Holmes a reprezentat tot departamentul de geologie. De multe ori, a fost nevoit să împrumute sau să încropească echipamentul necesar pentru a-și continua datarea radiometrică a rocilor. La un moment dat, calculele sale au fost practic ținute în loc vreme de un an, timp în care el a așteptat ca universitatea să-i cumpere o simplă mașină de calcul. Din când în când, se vedea nevoit să renunțe complet la viața academică pentru a câștiga suficienți bani cât să-și întrețină familia – o vreme, a ținut un magazin de curiozități în Newcastle upon Tyne –, iar uneori nu își permitea nici măcar cotizația anuală de membru al Societății Geologice, de cinci lire sterline.

Tehnica pe care a folosit-o Holmes în munca sa era logică, teoretic vorbind, și deriva direct din procesul observat pentru prima oară în 1904 de Ernest Rutherford, prin care unii atomi se dezintegrează, trecând dintr-un element în altul cu o viteză suficient de previzibilă ca să poată fi folosiți drept ceas. Dacă știi cât îi ia potasiului-40 să devină argon-40 și măsoară cantitățile din fiecare eșantion, poți afla cât de vechi este un material. Contribuția lui Holmes a constat în a măsura rata de degradare a uraniului în plumb, pentru a calcula vârsta rocilor și, astfel – spera el –, a Pământului.

Dar avea de depășit numeroase dificultăți tehnice. Lui Holmes i-ar mai fi trebuit – sau cel puțin i-ar mai fi plăcut să aibă – un aparat sofisticat care să poată efectua măsurători din eșantioane foarte mici, dar, după cum am văzut, tot ce a putut face a fost să obțină o simplă mașină de calcul. Așadar, putem spune că a fost o mare realizare atunci când, în 1946, a anunțat că Pământul avea cel puțin trei miliarde de ani, dacă nu mai mult. Din nefericire, avea să dea acum peste un alt impediment serios în calea acceptării rezultatelor sale: conservatorismul colegilor de breaslă, oamenii de știință. Deși s-au arătat încântați să îi laude metodele, mulți susțineau că el descoperise nu vârsta Pământului, ci doar a rocilor din care acesta era format.

Tocmai în acest moment, Harrison Brown de la Universitatea din Chicago a găsit o nouă metodă de numărare a izotopilor de plumb din rocile vulcanice (adică acelea formate prin încălzire, spre deosebire de cele formate prin sedimentare). Dându-și seama că munca putea fi extrem de minuțioasă, acesta i-a încredințat-o tânărului Clair Patterson ca proiect de disertație. Se știe că îi promisese lui Patterson că aflarea vârstei Pământului cu ajutorul noii sale metode va fi floare la ureche. În realitate, avea să dureze ani.

Patterson a început să lucreze la proiect în 1948. Prin comparație cu contribuțiile pline de culoare ale lui Thomas Midgley la progresul civilizației, descoperirea lui Patterson referitoare la vârsta Pământului nu era în măsură să provoace furori. Vreme de șapte ani, întâi la Universitatea din Chicago și apoi la California Institute of Technology (unde s-a mutat în 1952), a lucrat într-un laborator steril, unde a făcut măsurători

precise ale raporturilor plumb/uraniu din mostre de roci străvechi, alese cu mare grijă.

Determinarea vârstei Pământului se lovea de o problemă majoră, și anume că era nevoie de mostre de roci foarte vechi, care să conțină cristale cu impurități de plumb și uraniu, cam de o vârstă cu Pământul însuși – dacă erau mai tinere, evident că datele ar fi fost eronate, Pământul părând mult mai tânăr –, dar roci cu adevărat vechi sunt greu de găsit pe Pământ. La sfârșitul anilor 1940, nimeni nu înțelegea exact de ce se întâmpla asta. Mai mult chiar, aveam să avansăm mult în era spațială înainte de a se putea explica în mod convingător unde s-au dus toate acele roci, ceea ce este, trebuie să recunoaștem, extraordinar. (Răspunsul au fost plăcile tectonice, la care vom ajunge și noi, firește.) Dar până atunci, Patterson a fost lăsat în pace, să încerce să dezlege aceste enigme, doar cu niște materiale rudimentare la dispoziție. În cele din urmă, el și-a demonstrat ingeniozitatea, gândindu-se că ar putea folosi în locul rocilor de pe Pământ, inexistente, roci de dincolo de Pământ. Și-a îndreptat atenția asupra meteoriților.

A pornit de la presupunerea – complexă, dar corectă, după cum s-a dovedit – că mulți meteoriți sunt de fapt materiale de formare rămase din vremurile de început ale sistemului solar și că, astfel, ele au reușit să-și conserve o structură chimică interioară mai apropiată de cea primordială. Dacă măsura vârsta acestor roci rătăcitoare, descoperea astfel și vârsta (cu aproximație) a Pământului.

Însă, ca întotdeauna, nimic nu este atât de simplu pe cât ar putea să pară dintr-o descriere superficială. Meteoriții nu se găsesc chiar peste tot, iar probele nu sunt tocmai ușor de găsit. Mai mult, tehnica de măsurare a lui Brown s-a dovedit

instabilă, având nevoie de numeroase ajustări. Mai presus de toate rămânea faptul că eșantioanele lui Patterson erau permanent și incontrollabil contaminate cu doze mari de plumb din atmosferă, oriunde ar fi fost expuse la aer. Acesta a fost motivul care, într-un final, l-a determinat să creeze un laborator steril – primul din lume, după cum afirmă unele surse.

Patterson a avut nevoie de șapte ani de muncă și răbdare numai ca să obțină și să măsoare mostrele potrivite pentru testele finale. În vara lui 1953, și-a luat specișenele și s-a dus la Argonne National Laboratory din Illinois, unde i s-a acordat un timp de lucru pe cel mai recent model de spectrograf de masă, o mașină capabilă să detecteze și să măsoare cantitățile minuscule de uraniu și de plumb închise în cristalele cu vechime mare. Când, în sfârșit, a obținut rezultatele, Patterson a fost atât de încântat, încât s-a urcat la volan și a mers până la casa copilăriei din Iowa, unde i-a cerut mamei lui să-l interneze într-un spital, convins că va face atac de cord.

La scurt timp după aceea, la o reuniune din Wisconsin, Patterson a anunțat o vârstă definitivă a Pământului de 4.550 de milioane de ani (plus sau minus 70 de milioane) – „o cifră care rămâne în picioare, neschimbată, de cincizeci de ani încoace”, după cum notează cu admirație McGrayne. După două sute de ani de încercări, în sfârșit se știa vârsta Pământului.

Aproape imediat după aceea, Patterson și-a îndreptat atenția asupra problemei plumbului din atmosferă. Și astfel a aflat cu uimire că puținul care se cunoștea despre efectele plumbului asupra oamenilor era invariabil eronat sau

înșelător. Și nici nu avem de ce să ne mirăm, dacă ne gândim că vreme de patruzeci de ani toate studiile asupra efectelor plumbului fuseseră finanțate exclusiv de către producătorii de aditivi cu plumb.

Într-un astfel de studiu, un doctor care nu avea niciun fel de pregătire de specialitate în patologia chimică a desfășurat un program de cinci ani în care unor voluntari li se cerea să bea sau să inspire plumb în cantități ridicate. Apoi li s-au testat urina și fecalele. Din nefericire, plumbul nu este eliminat ca produs rezidual, lucru pe care se pare că acest doctor nu-l știa. În schimb, se depune și se acumulează în oase și în sânge – acesta fiind de altfel motivul pentru care este atât de periculos –, însă nu s-au făcut niciun fel de analize, nici ale sângelui, nici ale oaselor. În consecință, plumbul a primit undă verde, ca nefiind periculos pentru sănătate.

Patterson a demonstrat foarte curând că exista o mare cantitate de plumb în atmosferă – și încă există, de vreme ce plumbul nu pleacă nicăieri – și că circa 90% din această cantitate părea să provină din țevile de eșapament ale mașinilor; dar nu putea să dovedească acest lucru. Avea nevoie de o modalitate de a compara nivelurile de plumb din atmosferă din prezent cu cele existente înainte de 1923, când începuse producția industrială a tetraetilului de plumb. I-a trecut prin minte că blocurile de gheață i-ar putea oferi un răspuns.

Se cunoștea că zăpada din locuri precum Groenlanda se acumulează în straturi distincte anuale (întrucât diferențele de temperatură dintre anotimpuri produc ușoare schimbări de coloratură de la iarnă la vară). Numărând invers cronologic aceste straturi și măsurând cantitatea de plumb din

fiecare, putea afla concentrațiile de plumb din atmosferă din fiecare an, mergând înapoi sute, ba chiar mii de ani. Aceasta este noțiunea care a pus bazele studiului calotelor glaciare, pe care se fundamentează o bună parte din cercetările climatologice moderne.

Patterson a descoperit astfel că, înainte de 1923, plumbul era aproape inexistent în atmosferă și că, de atunci încolo, concentrația de plumb a crescut constant și periculos. Din acel moment, a făcut din eliminarea plumbului din derivații de petrol misiunea vieții sale. Pentru a-și atinge scopul, a devenit un critic permanent și de multe ori zgomotos al industriei plumbului și al intereselor din spatele ei.

S-a dovedit a fi o campanie de coșmar. Ethyl era o companie multinațională puternică și cu mulți prieteni în poziții importante. (Printre directorii săi s-au numărat Lewis Powell de la Curtea Supremă de Justiție și Gilbert Grosvenor de la National Geographic Society.) Deodată, Patterson s-a trezit că i se retrag fondurile de cercetare sau că îi este foarte greu să găsească altele. Institutul American al Petrolului a anulat un contract de cercetare cu el, la fel și Serviciul de Sănătate Publică al Statelor Unite, un organism guvernamental așa-zis neutru.

Cum Patterson devenea tot mai mult o piatră atârnată de gâtul instituției la care lucra, membrii comitetului director de la Caltech au fost presați în repetate rânduri de către oficialii din industria plumbului să îl facă să tacă sau să plece. Jamie Lincoln Kitman scria în *The Nation* în 2000 că directorii executivi de la Ethyl s-ar fi oferit să finanțeze o catedră la Caltech dacă Patterson era dat afară. A fost exclus din Comitetul Consiliului Național de Cercetare creat în 1971 ca să

investigheze pericolele otrăvirii cu plumb atmosferic, ceea ce era complet absurd, deoarece la acel moment el era fără îndoială expertul numărul unu al Americii în plumbul atmosferic.

Spre marele său merit, Patterson nu a dat nicio clipă înapoi. În cele din urmă, eforturile sale au dus la introducerea Legii Aerului Curat din 1970 și, într-un târziu, la retragerea din vânzare a tuturor derivatelor petroliere cu plumb din Statele Unite, începând cu 1986. Aproape imediat, nivelul de plumb din sângele americanilor a scăzut cu 80%. Chiar și așa, pentru că plumbul rezistă la infinit, americanii în viață astăzi au în sânge o concentrație de circa 625 de ori mai mare decât oamenii care trăiau acum un secol. Cantitatea de plumb din atmosferă continuă să crească, perfect legal, cu circa 100.000 t pe an, majoritatea provenind din minerit, topire și alte activități industriale. Statele Unite au exclus la rândul lor plumbul din vopseala de interior „la patruzeci și patru de ani după cea mai mare parte a Europei”, după cum observa McGrayne. Având în vedere toxicitatea sa extraordinară, este remarcabil faptul că sigilarea cu plumb a conservelor nu a fost interzisă pentru alimente în Statele Unite decât în 1993.

Cât despre Ethyl Corporation, o duce încă foarte bine, deși GM, Standard Oil și Du Pont nu mai dețin acțiuni în companie (au vândut totul unei companii numite Albemarle Paper în 1962). Potrivit lui McGrayne, în februarie 2001 Ethyl continua să susțină sus și tare că „cercetările nu au reușit să demonstreze că benzina cu plumb reprezintă o amenințare la adresa sănătății oamenilor și a mediului”. Pe site-ul său, în istoricul companiei nu se face nicio referire la plumb – sau măcar la Thomas Midgley –, ci se menționează pur și

simplic produsul original ca fiind „o anumită combinație de substanțe chimice”.

Ethyl nu mai produce benzină cu plumb, deși, potrivit registrelor contabile ale companiei din 2001, tetraetilul de plumb (sau TEL, cum îl numesc ei) aducea încă 25,1 milioane de dolari din vânzări în 2000 (raportat la vânzările totale de 795 de milioane de dolari), în creștere de la 24,1 milioane de dolari în 1999, dar în scădere de la 117 milioane de dolari în 1998. În rapoartele sale, compania își declară hotărârea de a „maximiza profiturile generate de TEL, pe măsură ce folosirea lui continuă să scadă pe tot globul”. Ethyl comercializează TEL în întreaga lume printr-un acord semnat cu Associated Octel Ltd din Anglia.

Cât despre celălalt flagel lăsat moștenire de Thomas Midgley, clorofluorocarbonii, aceștia au fost interziși în Statele Unite în 1974, dar sunt niște drăcușori tenace care, dacă au fost eliberați în atmosferă înainte de acea dată (din deodorante sau fixative de păr, de exemplu), vor continua să existe și să consume ozonul multă vreme după ce dumneavoastră sau eu ne vom fi eliberat de nebunia acestei lumi. Mai rău este faptul că noi introducem încă în atmosferă cantități enorme de CFC în fiecare an. După spusele lui Wayne Biddle, peste 27 de milioane de kilograme încă își croiesc drum pe piață în fiecare an, la o valoare de 1,5 miliarde de dolari. Așadar, cine îi produce? Noi – adică numeroase corporații gigantice care îl produc încă în fabricile lor de peste hotare. În țările din Lumea a Treia nu va fi interzis până în 2010.

Clair Patterson a murit în 1995. Nu a câștigat un Premiu Nobel pentru munca sa. Geologii nu câștigă niciodată. Și mai

supărător este faptul că nu a câștigat niciun fel de faimă și nici prea multă atenție de pe urma a jumătate de secol de reușite importante și, odată cu trecerea timpului, tot mai altruiste. Am putea susține cu argumente viabile că a fost cel mai influent geolog din secolul XX. Și totuși, cine a auzit de Clair Patterson? Majoritatea cărților de geologie nici măcar nu-l menționează. Două lucrări recente de popularizare a științei despre istoria datării Pământului reușesc chiar performanța să îi scrie numele greșit. Colac peste pupăză, la începutul lui 2001 autorul recenziei uneia dintre aceste cărți, publicată în ziarul *Nature*, a comis încă o gravă eroare, aceea de a considera că Patterson era femeie.

Dar dincolo de toate acestea, grație muncii lui Clair Patterson, în 1953 Pământul își putea declara o vârstă cu care toată lumea putea fi de acord. Singura problemă acum era că părea mai bătrân decât universul în care exista.

Capitolul 11

Quarc pentru Muster Mark

În 1911 un om de știință britanic, pe nume C.T.R. Wilson, studia formațiunile noroase hălăduind frecvent pe vârful Ben Nevis, un munte scoțian faimos pentru umezeala lui, când, la un moment dat, i-a trecut prin cap că trebuie să existe și o cale mai ușoară de a face acest lucru. S-a întors la Laboratorul Cavendish din Cambridge, unde a construit o cameră artificială de ceață – un instrument simplu, în care putea răci și umezi aerul, creând astfel replica aproape exactă a unui nor, în condiții de laborator.

Metoda a funcționat foarte bine și, în plus, a adus un alt avantaj neașteptat. Când accelera o particulă alfa în cameră, pentru a da naștere norului său artificial, rămânea o urmă vizibilă – asemenea dârelor de aburi condensați lăsate de avioanele de linie. Tocmai inventase detectorul de particule. Acesta a oferit dovada convingătoare că particulele subatomice existau cu adevărat.

Mai târziu, alți doi oameni de știință de la Cavendish au inventat un instrument mai puternic, un accelerator de protoni, în vreme ce, în California, Ernest Lawrence de la Berkeley a inventat faimosul și impresionantul său ciclotron, distrugătorul de atomi, după cum au fost cunoscute multă

vreme aceste instrumente. Toate aceste mașinării funcționau – și încă funcționează – mai mult sau mai puțin pe același principiu, care pornește de la ideea de a accelera un proton sau o altă particulă încărcată cu sarcină electrică până la o viteză extrem de mare, pe o traiectorie (uneori circulară, alteori lineară), și de a o lovi de o altă particulă, pentru a observa ce anume se desprinde din ele. De aceea erau numite distrugătoare de atomi. Nu era tocmai o formă subtilă de știință, dar era în general eficientă.

Pe măsură ce construiau mașini tot mai mari și mai ambițioase, fizicienii au început să descopere sau să postuleze particule și familii de particule aparent fără număr: miuoni, pioni, hiperoni, mezoni, K-mezoni, bosoni Higgs, bosoni vectoriali intermediari, barioni, tahioni etc. Chiar și ei începeau să se simtă oarecum stânjeniți. „Tinere”, a răspuns Enrico Fermi atunci când un student l-a întrebat numele unei anumite particule, „dacă mi-aș putea aminti numele acestor particule, m-aș fi făcut botanist”.

Astăzi, acceleratoarele au nume asemănătoare cu cele pe care l-ar folosi Flash Gordon^{*1} în bătălie: Super Proton Synchrotron (SPS), Large Electron-Positron Collider (LEP), Large Hadron Collider (LHC), Relativistic Heavy Ion Collider (RHIC). Folosind cantități enorme de energie (unele dintre ele funcționează numai noaptea, astfel încât oamenii din orașele învecinate să nu fie nevoiți să se uite cum li se sting becurile atunci când sunt pornite aparatele), acestea amestecă particulele, care devin atât de active, încât un singur electron poate face 47.000 de ture într-un tunel de șapte kilometri în mai puțin de o secundă. Au apărut temeri că, în entuziasmul lor, oamenii de știință ar putea, fără să-și dea seama, să creeze

o gaură neagră sau chiar ceva numit „quarci stranii”, care, teoretic, ar putea interacționa cu alte particule subatomice și s-ar putea propaga incontrollabil. Dacă citiți aceste rânduri înseamnă că așa ceva nu s-a întâmplat încă.

E nevoie de o anumită concentrație pentru a găsi particule. Nu sunt doar minuscule și rapide, ci și chinuitor de evanescente. Particulele pot lua ființă și dispărea în 0,00000000000000000000000001 secunde (10^{-24} secunde). Nici cea mai leneșă dintre particulele instabile nu rezistă mai mult de 0,0000001 secunde (10^{-7} secunde).

Unele particule sunt instabile până la absurd. În fiecare secundă, Pământul este vizitat de zece mii de mii de miliarde de mii de miliarde de neutrini mititei, aproape lipsiți de masă (majoritatea aruncați de reacțiile nucleare din Soare), și practic toți trec prin planetă și prin tot ce există pe ea, inclusiv prin mine și prin dumneavoastră, de parcă nu s-ar afla nimic în calea lor. Pentru a prinde numai câteva dintre ei, oamenii de știință au nevoie de rezervoare în care să încapă până la 57.000 m³ de apă grea (adică apă cu o cantitate relativ mare de deuteriu în ea), în încăperi subterane (de obicei în mine dezafectate), în care nu pot interfera cu alte tipuri de radiații.

Foarte rar, un neutrin trecător se lovește de unul dintre nucleele atomice din apă și produce un mic puseu de energie. Oamenii de știință numără aceste explozii și astfel reușesc să ne aducă puțin mai aproape de înțelegerea proprietăților fundamentale ale universului. În 1998 observatorii japonezi au susținut că neutrinii au masă, dar nu cine știe ce – cam a zecea milioana parte din cea a unui electron.

În zilele noastre, singurul lucru de care ai cu adevărat nevoie ca să găsești particule sunt banii, și încă foarte mulți.

În fizica modernă, există o relație curioasă de invers proporționalitate între micimea lucrului căutat și dimensiunile facilităților necesare pentru a-l căuta. Organizația Europeană de Cercetări Nucleare (CERN) seamănă cu un mic oraș. Tronând pe granița dintre Franța și Elveția, are trei mii de angajați și ocupă o zonă ce se măsoară în kilometri pătrați. CERN se mândrește cu o serie de magneti care cântăresc mai mult decât Turnul Eiffel și cu un tunel subteran de vreo douăzeci și șase de kilometri.

Nu e deloc greu să dezmembrăm un atom, după cum remarca James Trefil; facem acest lucru de fiecare dată când aprindem o lumină fluorescentă. Însă desfacerea nucleelor atomice necesită destul de mulți bani și o rezervă generoasă de electricitate. Pentru a ajunge la nivelul quarcilor – particulele care alcătuiesc particulele –, este nevoie de și mai mult: mii de miliarde de volți de electricitate și bugetul unei țări mai mici din America Centrală. Noul Large Hadron Collider de la CERN, programat să-și înceapă operațiunile în 2005, va ajunge la paisprezece mii de miliarde de volți de energie și necesită peste 1,5 miliarde de dolari pentru construcție^{[*2](#)}.

Dar aceste numere sunt o nimica toată prin comparație cu ce s-ar fi putut realiza și cheltui pentru vastul și acum, din nefericire, niciodată realizabilul Superconducting Supercollider, a cărui construcție a început în apropiere de Waxahachie, Texas, în anii 1980, înainte să intre într-o altfel de supercoliziune, ceva mai directă, cu Congresul Statelor Unite. Menirea acestuia era să le permită cercetătorilor să sondeze „natura ultimă a materiei”, după cum se spune întotdeauna, recreând, pe cât posibil, condițiile existente în

univers în prima sa a zecea mia miliarda parte dintr-o secundă. Planul era să se dea drumul la particule printr-un tunel de 84 km lungime, ajungându-se la o cifră cu adevărat uluitoare de 99 de mii de miliarde de volți de energie. Era un plan măreț, dar construirea lui ar fi costat opt miliarde de dolari (cifră care a ajuns mai apoi la zece miliarde) și ar fi înghițit sute de milioane de dolari anual pentru funcționare.

Congresul a cheltuit două miliarde cu acest proiect, apoi l-a anulat în 1993, după ce se săpaseră 22 km de tunel, oferind probabil cel mai elocvent exemplu din istorie despre ce înseamnă să îngropi banii în pământ. Astfel, Texasul se mândrește acum cu cea mai extravagantă groapă din univers. Prietenul meu Jeff Guinn de la *Fort Worth Star-Telegram* îmi spune că locul arată acum „ca un câmp enorm, perfect curățat, punctat pe margini de o serie de mici orășele dezamăgite”.

De la confruntarea pentru supercollider, fizicienii din domeniul particulelor și-au mai moderat pretențiile, dar chiar și proiectele modeste prin comparație cu acesta îți pot tăia răsuflarea la auzul costurilor, dacă le raportăm la... păi, la aproape orice. Un observator de neutrini propus a se construi la vechea mină de plumb de la Homestake, în Dakota de Sud, ar costa 500 de milioane de dolari pentru construcție – și aceasta într-o mină care a fost deja săpată –, înainte să ne gândim măcar la costurile anuale de exploatare. De asemenea, ar mai fi nevoie de 281 de milioane de dolari „costuri generale de reconversie”. Pe de altă parte, un accelerator de particule de la Fermilab, în Illinois, costă 260 de milioane de dolari numai pentru a fi reechipat.

Fizica particulelor este o aventură extrem de costisitoare – dar și extrem de productivă. Astăzi, numărătoarea

particulelor a ajuns la peste o sută cincizeci, cu încă vreo sută a căror existență este bănuită, dar, din nefericire, așa cum spunea Richard Feynman, „sunt foarte greu de înțeles relațiile dintre toate aceste particule și pentru ce are natura nevoie de ele sau ce conexiuni există între una și alta”. Invariabil, de fiecare dată când reușim să descuiem o cutie, descoperim că înăuntrul ei se află o altă cutie încuiată. Unii oameni cred că există particule numite tahioni, care pot călători mai repede decât viteza luminii. Alții își doresc din toată inima să descopere gravitonii – esența gravitației. Este greu de spus în ce moment vom ajunge la o bază ireductibilă. Carl Sagan, în *Cosmos*, a avansat ipoteza potrivit căreia, dacă am călători în interiorul unui electron, am putea descoperi că acesta conține un univers propriu, care ne amintește de toate acele povești science-fiction din anii 1950. „În interiorul lui, organizate în echivalentul local al galaxiilor și al altor structuri mai mici, există un număr imens de alte particule elementare, infinit mai mici, care, la rândul lor, reprezintă fiecare un univers în sine, la un alt nivel, și tot așa – o regresie spre interior la infinit, universuri în universuri fără număr. Și la fel spre exterior.”

Pentru cei mai mulți dintre noi, aceasta este o lume care depășește puterea de înțelegere. Pentru a parcurge chiar și un ghid elementar în fizica particulelor de astăzi, trebuie să ne croim drum prin amalgame lexicale precum: „Pionul cu sarcină electrică și antipionul se dezintegrează fiecare într-un miuon plus un antineutrino și, respectiv, un antimiuon plus un neutrino cu o durată de viață medie de $2,603 \times 10^{-8}$ secunde, pionul neutru se dezintegrează în doi fotoni cu o durată medie de viață de circa $0,8 \times 10^{-16}$ secunde, iar miuonul și

antimiuonul se dezintegrează fiecare în...” și tot așa – și aceasta într-o carte pentru publicul larg, scrisă de unul dintre (în mod normal) cei mai raționali dintre interpreții fizicii, Steven Weinberg.

În anii 1960, într-o încercare de a simplifica pe cât posibil problemele, Murray Gell-Mann, fizicianul de la Caltech, a inventat o nouă clasă de particule, în principal, după spusele lui Steven Weinberg, „pentru a introduce o oarecare economie în multitudinea de hadroni” – un termen colectiv folosit de fizicieni pentru protoni, neutroni și alte particule guvernate de forța nucleară tare. Teoria lui Gell-Mann spunea că toți hadronii sunt alcătuiți din particule și mai mici, mai fundamentale. Colegul lui, Richard Feynman, a vrut să numească aceste particule elementare „partoni”, după numele lui Dolly^{*3}, dar a fost respins. Au fost numite în schimb *quarci*.

Gell-Mann a preluat numele din *Finnegans Wake*: „Trei quarci pentru Muster Mark!” (fizicienii discriminatori rimează cuvântul *quarks* cu *storks* [berze], și nu cu *larks* [ciocârlii], deși este aproape sigur că pronunția la care se gândea Joyce era aceasta din urmă). Simplitatea fundamentală a quarcilor nu a avut viață lungă. Pe măsură ce au fost înțeleși mai bine, a fost nevoie de introducerea unor subdiviziuni. Deși quarcii sunt mult prea mici pentru a avea culoare, gust sau orice altă caracteristică fizică pe care am putea-o recunoaște, au ajuns să fie îngrămădiți în șase categorii – *up* (sus), *down* (jos), *strange* (straniu), *charm* (farmec), *top* (vârf), *bottom* (bază) –, la care fizicienii se referă în mod bizar ca fiind „arome” și le împart în continuare în culorile roșu, verde și albastru. (Există suspiciunea că nu este deloc o coincidență faptul că acești termeni au fost folosiți pentru prima dată în

California, în perioada de mare succes a drogurilor psihedelice.)

În cele din urmă, din toate acestea a luat naștere ceea ce se numește Modelul Standard, în esență, un fel de pachet de componente al lumii subatomice. Modelul Standard este alcătuit din șase quarci, șase leptoni, cinci bosoni cunoscuți și un al șaselea postulat, bosonul Higgs (numit astfel după omul de știință scoțian Peter Higgs), plus trei sau patru forțe fizice: forța nucleară slabă, forța nucleară tare și forța electromagnetică.

În principal, aranjamentul spune că printre cărămizile fundamentale ale materiei se numără quarcii; aceștia sunt ținuți la un loc de particule numite gluoni; quarcii și gluonii formează protonii și neutronii, particulele din nucleul atomic. Leptonii sunt sursa electronilor și a neutrinilor. Quarcii și leptonii la un loc sunt numiți fermioni. Bosonii (numiți astfel după fizicianul indian S.N. Bose) sunt particulele care produc și transportă forțele și includ fotonii și gluonii. Bosonii Higgs ar putea să existe sau nu în realitate; au fost inventați doar ca un mijloc de a conferi masă particulelor.

După cum vedeți, nu este deloc la îndemână, dar e cel mai simplu model care poate explica tot ce se întâmplă în lumea particulelor. Majoritatea fizicienilor din domeniul particulelor cred, așa cum remarca Leon Lederman într-un documentar pentru televiziune din 1985, că Modelul Standard este lipsit de eleganță și de simplitate. „Este mult prea complicat. Are prea mulți parametri arbitrari”, spunea Lederman. „Nu ni-l putem imagina pe creator manevrând douăzeci de butoane ca să stabilească douăzeci de parametri pentru a crea Universul așa cum îl știm noi.” Fizica nu este nimic mai mult decât căutarea

simplității ultime, dar tot ce avem până acum este un fel de dezordine elegantă – sau, așa cum spune Lederman: „Avem un sentiment profund că imaginea nu este frumoasă”.

Modelul Standard nu este doar peste mână, ci și incomplet. În primul rând, nu spune nimic despre gravitație. Oricât ai căuta prin el, nu vei găsi nimic care să explice de ce, atunci când pui o pălărie pe masă, aceasta nu zboară spre tavan. Și, după cum am observat, nu explică nici masa. Pentru a conferi particulelor o masă, trebuie să introducem noțiunea speculativă de bosoni Higgs; dacă aceștia chiar există este problema fizicii secolului XXI. După cum observa cu umor Feynman: „Așadar, ne-am pricopsit cu o teorie și nu știm dacă este corectă sau greșită, dar știm că este măcar *puțin* greșită sau măcar incompletă”.

Într-o încercare de a reuni toate elementele, fizicienii au propus Teoria Superstringurilor (Teoria Supercorzilor). Aceasta postulează că toate acele lucruri mici, cum ar fi quarcii și leptonii, pe care până acum le-am conceput drept particule sunt de fapt „stringuri” („corzi”) – fire vibrante de energie care oscilează în unsprezece dimensiuni reprezentate de trei pe care le cunoaștem deja, plus timpul, plus alte șapte dimensiuni care ne sunt, am zice, incognoscibile. Stringurile sunt foarte mici – suficient de mici ca să treacă drept particule punctiforme.

Introducând noi dimensiuni, teoria superstringurilor le permite fizicienilor să reunească legile cuanticii și pe cele ale gravitației într-un bloc oarecum ordonat față de ceea ce exista înainte; dar mai înseamnă și că tot ce spun cercetătorii despre teorie începe să semene îngrijorător de mult cu genul de idei care te-ar face să o iei la sănătoasa dacă ți-ar fi comunicate de

un necunoscut pe o bancă în parc. Iată, de exemplu, cum explică fizicianul Michio Kaku structura universului din perspectiva superstringurilor:

Stringul heterotic constă într-un string închis, cu două tipuri de vibrații, în sensul acelor de ceasornic și invers față de acestea, care sunt tratate diferențiat. Vibrațiile în sensul acelor de ceasornic trăiesc într-un spațiu cu zece dimensiuni. Cele în sens contrar acelor de ceasornic trăiesc într-un spațiu cu douăzeci și șase de dimensiuni, din care șaisprezece au fost compactate. (Ne amintim că în modelul cu cinci dimensiuni al lui Kaluza cea de-a cincea dimensiune era compactată prin răsucirea în ea însăși, în formă de cerc.)

Și continuă tot așa pe vreo 350 de pagini.

Teoria stringurilor a dat naștere mai departe Teoriei M, care încorporează suprafețe cunoscute drept membrane – sau pur și simplu brane pentru cei la curent cu ultimele noutăți din lumea fizicii. Mă tem că aceasta este stația de pe autostrada cunoașterii la care majoritatea oamenilor trebuie să coboare. Iată o frază din *The New York Times*, care explică atât cât se poate de simplu pentru publicul general:

Procesul ekpyrotic începe departe, în trecutul nedefinit, cu o pereche de brane plate, goale, paralele între ele, dispuse într-un spațiu răsucit cu cinci dimensiuni... Cele două brane care formează pereții celei de-a cincea dimensiuni s-ar fi putut ivi din nimic, ca o fluctuație cuantică într-un trecut și mai îndepărtat, și apoi s-ar fi putut deplasa.

Nimic de comentat aici. Dar nici de înțeles. Poate că ar trebui doar să spunem în treacăt că *ekpyrotic* provine din cuvântul grecesc pentru „conflagrație”.

În fizica actuală, lucrurile au atins un asemenea nivel, încât, după cum remarcă Paul Davies în *Nature*, este „aproape imposibil pentru oricine altcineva decât un cercetător să discearnă între ciudățenia legitimă și nebunia indiscutabilă”. Problema a ajuns la un punct culminant interesant în toamna lui 2002, când doi fizicieni francezi, gemenii Igor și Grichka Bogdanov, au venit cu o teorie de o consistență ambițioasă, care presupune concepte precum „timpul imaginar” și „condiția Kubo-Schwinger-Martin”, propunându-și să descrie nimicul care era universul dinainte de Big Bang – o perioadă despre care s-a presupus întotdeauna că ar fi incognoscibilă (de vreme ce precedă nașterea elementului fizic și a proprietăților sale).

Aproape imediat, teoria Bogdanov a iscat dezbateri între fizicienii care se întrebau dacă era vorbărie goală, o operă de geniu sau o farsă. „Din punct de vedere științific, este în mod cert o aberație mai mică sau mai mare” spunea fizicianul Peter Woit de la Universitatea Columbia pentru *The New York Times*, „dar în vremea noastră asta nu o face cu nimic diferită de restul literaturii de specialitate”.

Karl Popper, pe care Steven Weinberg l-a numit „decanul filosofilor moderni ai științei”, sugera cândva că s-ar putea să nici nu existe o teorie ultimă a fizicii – că fiecare explicație s-ar putea de fapt să necesite o nouă explicație, dând naștere „unui lanț infinit de principii tot mai fundamentale”. Posibilitatea contrară ar fi aceea că acest soi de cunoaștere

pur și simplu ne depășește. „Din fericire, până acum nu dăm semne că am fi ajuns la limitele resurselor noastre intelectuale”, scrie Weinberg în *Dreams of a Final Theory* (*Visuri despre o teorie ultimă*).

Este aproape cert că ne aflăm într-o arie care va cunoaște noi direcții ale gândirii și aproape la fel de cert că aceste noi idei ne vor depăși pe cei mai mulți dintre noi.

În vreme ce fizicienii din deceniile de mijloc ale secolului XX cercetau cu perplexitate lumea celor foarte mici, la rândul lor, astronomii descopereau o imperfecțiune a înțelegerii universului larg cu nimic mai puțin năucitoare.

La ultima noastră întâlnire cu Edwin Hubble, acesta observase că aproape toate galaxiile din câmpul nostru vizual se îndepărtează de noi și că viteza și distanța acestei retrageri se află într-o strânsă proporționalitate: cu cât o galaxie este mai depărtată, cu atât se îndepărtează mai repede. Hubble și-a dat seama că toate acestea pot fi exprimate printr-o ecuație simplă: $H_0 = v/d$ (unde H_0 este constanta, v este viteza de îndepărtare a unei galaxii în mișcare, iar d este distanța dintre noi și ea). De atunci încolo, H_0 este cunoscută drept constanta Hubble, iar întregul drept Legea lui Hubble. Folosindu-și propria formulă, Hubble a calculat că Universul are cam două miliarde de ani vechime, lucru oarecum ciudat, având în vedere că încă de la sfârșitul anilor 1920 devenise tot mai evident faptul că multe lucruri din univers – inclusiv, probabil, Pământul însuși – erau mai vechi. Ajustarea acestei cifre a devenit o preocupare constantă a cosmologiei.

Aproape singura constantă din constanta Hubble a fost amploarea disputei în privința valorii care trebuie acordată

acesteia. În 1956 astronomii au descoperit că variabilele cefeide erau mai variabile decât crezuseră ei; erau de două feluri, nu de unul. Aceasta le permitea să recalculeze și să vină cu o nouă vârstă a Universului, între șapte și douăzeci de miliarde de ani – nu tocmai exactă, dar cel puțin suficient de mare, în sfârșit, pentru a conține formarea Pământului.

În perioada următoare, a izbucnit o dispută ce avea să dureze ani de-a rândul între Allan Sandage, moștenitorul lui Hubble de la Mount Wilson, și Gérard de Vaucouleurs, un astronom de origine franceză de la Universitatea din Texas. După ani de calcule minuțioase, Sandage a ajuns la concluzia că valoarea constantei Hubble ar fi cincizeci, proclamând vârsta universului la douăzeci de miliarde de ani. De Vaucouleurs era la fel de sigur că valoarea constantei Hubble este o sută^{*4}. Aceasta ar însemna că universul are doar jumătate din mărimea și vârsta postulate de Sandage – adică zece miliarde de ani. Lucrurile s-au scufundat și mai tare în incertitudine în 1994, când o echipă de la Carnegie Observatories din California, folosind măsurătorile Telescopului Spațial Hubble, a sugerat că universul ar putea avea numai opt miliarde de ani – o vârstă mai mică decât aceea a unora dintre stelele din univers. În februarie 2003 o echipă de la NASA și Goddard Space Flight Center din Maryland, folosind un nou tip de satelit cu rază lungă, numit Sonda WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe – Sonda Wilkinson pentru Studiul Anizotropiei Microundelor), a anunțat cu oarecare certitudine că vârsta universului este de 13,7 miliarde de ani, plus sau minus o sută de milioane de ani. Apele s-au liniștit, cel puțin pentru o vreme.

Problema măsurătorilor definitive este că de multe ori rămâne prea mult loc pentru interpretări. Imaginați-vă că vă aflați noaptea pe un câmp și că încercați să măsurați distanța dintre două becuri electrice aflate la mare depărtare. Folosind instrumente cât de cât precise din astronomie, putem determina destul de ușor că becurile au o strălucire egală și că unul este, să zicem, cu cincizeci la sută mai departe decât celălalt. Ceea ce nu puteți determina cu certitudine este dacă lumina cea mai apropiată e, să zicem, un bec de 58 de wați, adică aflat la 37 de metri depărtare, sau un bec de 61 de wați, aflat la 36,5 metri depărtare. În plus, trebuie să lăsați loc pentru distorsiuni provocate de variații ale atmosferei Pământului, de praful intergalactic, de lumina contaminantă de la stelele vizibile în prim-plan și mulți alți factori. Rezultatul este că, automat, calculele dumneavoastră se bazează pe o serie de premise derivate, oricare dintre acestea putând fi pusă la îndoială. Mai intervine și faptul că accesul la telescoape este o raritate și, de-a lungul timpului, s-a dovedit că măsurarea deplasării spre roșu este deosebit de costisitoare în era telescopului. Ar putea fi nevoie de o noapte întreagă pentru a obține o singură expunere. În consecință, astronomii au fost uneori obligați (sau prea grăbiți) să-și fundamenteze concluziile pe dovezi remarcabil de precare. După cum sugera jurnalistul Geoffrey Carr, în cosmologie avem „un munte de teorii clădit pe un mușuroi de dovezi”. Sau, cum spunea Martin Rees: „Faptul că ne declarăm astăzi mulțumiți [de stadiul nostru de înțelegere] reflectă mai degrabă penuria de date decât excelența teoriei”.

Această incertitudine se aplică și lucrurilor relativ apropiate, la fel ca în cazul marginilor îndepărtate ale

universului. După cum remarcă Donald Goldsmith, când astronomii spun că galaxia M87 se află la 60 de milioane de ani-lumină depărtare, ce vor ei să spună de fapt („dar de multe ori nu accentuează pentru publicul general”) este că se află undeva între 40 și 90 de milioane de ani-lumină – ceea ce nu este chiar același lucru. Pentru univers în general, este evident că lucrurile se amplifică. În ciuda vârvei care înconjoară ultimele declarații, ne aflăm încă departe de unanimitate.

O teorie recentă interesantă sugerează că universul nu este nici pe departe atât de mare pe cât ni l-am imaginat noi; că, atunci când scrutăm distanțele, unele dintre galaxiile pe care le vedem ar putea fi doar reflecții, imagini-fantomă create prin reflexia luminii.

Realitatea este că există o mulțime de lucruri, chiar la un nivel fundamental, pe care nu le știm – nu printre cele mai neimportante fiind alcătuirea universului. De câte ori calculează cantitatea de materie necesară pentru a ține totul laolaltă, oamenii de știință ies în minus cu o marjă inexplicabilă. Parcă cel puțin 90% din univers, ba poate chiar 99%, este alcătuit din „materia întunecată” a lui Fritz Zwicky – ceva ce este, prin însăși natura sa, invizibil pentru noi. Este ușor exasperant să te gândești că trăim într-un univers pe care, în cea mai mare parte, nici nu-l putem vedea, dar așa stau lucrurile. Cel puțin numele celor doi posibili vinovați principali sunt interesante: se spune că sunt fie WIMPs^{*5} (Weakly Interacting Massive Particles, adică urme de materie invizibilă rămasă de la Big Bang), fie MACHOs (MAssive Compact Halo Objects – un alt nume pentru găurile negre, stelele pitice maro și alte stele foarte slabe).

Fizicienii din domeniul particulelor au tendința să favorizeze explicația cu ajutorul particulelor, prin WIMPs, iar astrofizicienii explicația stelară, prin MACHOs. O vreme, MACHOs au părut să dețină întâietatea, dar, pentru că nu s-au descoperit nici pe departe suficiente, oamenii și-au îndreptat din nou atenția spre WIMPs – sub rezerva că nu a fost descoperit niciodată niciun WIMP. Întrucât interacțiunea lor este slabă (presupunând că totuși există), sunt foarte greu de identificat. Razele cosmice provoacă o interferență prea mare. Așadar, cercetătorii trebuie să sape adânc în pământ. La un kilometru adâncime, bombardamentele cosmice ar reprezenta a milioana parte din ce ar fi la suprafață. Dar chiar și atunci când adăugăm toate acestea, „două treimi din univers încă lipsesc la socoteala finală”, după cum spune un comentator. Pentru moment, am putea foarte bine să le numim obiecte nedetectabile, necunoscute, întunecate, care nu reflectă, aflate undeva departe.

Dovezi recente sugerează nu numai că galaxiile universului se îndepărtează în viteză de noi, dar și că rata de îndepărtare a suferit o accelerare. Aceasta contravine tuturor așteptărilor. Se pare că universul ar putea fi plin nu numai cu materie întunecată, ci și cu energie întunecată. Oamenii de știință o numesc uneori și energie vidă sau chintesență. Orice ar fi, ea pare să determine o expansiune pe care nimeni nu o poate explica în niciun fel. Teoria spune că spațiul vid nu este deloc gol – că există particule de materie și antimaterie care apar și dispar și că acestea împing universul spre exterior cu o rată accelerată. Fapt destul de neașteptat, unicul lucru care ar rezolva toate acestea este constanta cosmologică a lui Einstein – acel strop de matematică pe care el l-a strecurat în Teoria

Generală a Relativității pentru a opri presupusa expansiune a universului și pe care el a numit-o „cea mai mare gafă din viața mea”. Acum se pare că s-ar putea totuși să fi înțeles lucrurile corect.

Concluzia la toate acestea este că trăim într-un univers a cărui vârstă nu o putem calcula prea bine, înconjurați de stele a căror distanță față de noi și între ele nu o putem afla, plin de materie pe care nu o putem identifica și operând în conformitate cu legi fizice ale căror proprietăți nu le înțelegem cu adevărat.

Și, pe această notă de ambiguitate, să ne întoarcem la planeta Pământ și să analizăm ceva ce *reușim* să înțelegem – deși cred că de acum nu veți mai fi surprinși să auziți că nu înțelegem pe deplin și că ceea ce înțelegem a fost neînțeles o vreme îndelungată.

*1 Flash Gordon este eroul unei celebre benzi desenate SF cu același nume, inițiată în 1934 de Alex Raymond, care a dat naștere la numeroase filme, seriale și cărți de benzi desenate (n.tr.).

*2 Există și efecte secundare practice ale acestui efort atât de costisitor. Rețeaua internet este un produs secundar al activității dezvoltate de CERN. A fost inventată de un cercetător de la CERN, Tim Berners-Lee, în 1989.

*3 Dolly Parton, celebră cântăreață americană de country. Oaia Dolly a fost numită tot după ea (n.tr.).

*4 Firește, sunteți îndreptățiți să vă întrebați ce înseamnă mai exact „o constantă de cincizeci” sau „o constantă de o sută”. Răspunsul se găsește în unitățile de măsură astronomice. Cu excepția conversațiilor neoficiale, astronomii nu

folosesc anii-lumină. Ei folosesc o distanță numită *parsec* (o prescurtare de la *paralaxă* și *secundă*), pornind de la o unitate de măsură universală numită paralaxă stelară, echivalentă cu 3,26 ani-lumină. Măsurile cu adevărat generoase, pe măsura universului, sunt calculate în megaparseci: un megaparsec = un milion de parseci. Constanta este exprimată în termeni de kilometri pe secundă pe megaparsec. Astfel, atunci când astronomii se referă la o constantă Hubble de cincizeci, vor să spună de fapt „cincizeci de kilometri pe secundă pe megaparsec”. Pentru cei mai mulți dintre noi, evident că aceasta este o unitate de măsură fără absolut nicio noimă; dar să nu uităm că, în măsurătorile astronomice, majoritatea distanțelor sunt atât de mari, încât nu au cum să capete vreun sens.

[*5](#) Laș, plângăcios (n.tr.).

Capitolul 12

Pământul se mișcă

Într-una din ultimele sale activități profesionale înainte de decesul din 1955, Albert Einstein a scris o scurtă, dar strălucită prefață pentru o carte a unui geolog pe nume Charles Hapgood, intitulată *Earth's Shifting Crust: A Key to Some Basic Problems of Earth Science* (*Crusta mișcătoare a Pământului: cheia pentru câteva dintre problemele de bază ale științei Pământului*). Cartea lui Hapgood era o demontare sistematică a ideii privind deriva continentelor. Pe un ton care aproape că-l invita pe cititor să i se alăture într-o chicoteală condescendentă, Hapgood arăta că o mână de suflete credule observaseră „o aparentă potrivire de formă între anumite continente”. S-ar părea, continua el, „că America de Sud s-ar potrivi lângă Africa și tot așa... ba chiar se pretinde că formațiunile de rocă de pe cele două maluri opuse ale Atlanticului s-ar potrivi”.

Domnul Hapgood respingea vehement orice astfel de presupunere, remarcând că geologii K.E. Caster și J.C. Mendes au făcut cercetări extinse pe teren, pe ambele maluri ale Atlanticului, și au stabilit dincolo de orice îndoială că nu există asemenea similitudini. Dumnezeu știe ce aflorimente au cercetat domnii Caster și Mendes, deoarece multe dintre

formațiunile de roci de pe ambele maluri ale Atlanticului chiar sunt identice – nu doar similare, ci identice.

Dar această idee nu a prins nicidecum la domnul Hapgood sau la alți geologi din vremea sa. Teoria la care făcea referire Hapgood a fost adusă pentru prima oară în discuție în 1908 de un geolog amator american, pe nume Frank Bursley Taylor. Taylor provenea dintr-o familie bogată și avea atât mijloacele, cât și independența față de încorsetările academice pentru a urma direcții neconvenționale de cercetare. Era unul dintre aceia care fuseseră uimiți de similitudinile dintre forma liniilor de coastă ale Africii și Americii de Sud, aflate față în față, și, pornind de la această observație, a dezvoltat ideea că demult avusese loc o deplasare a continentelor. A sugerat – cu intuiție, după cum s-a dovedit – că izbirea continentelor ar fi putut da naștere lanțurilor muntoase de pe Pământ. Însă nu a reușit să ofere mare lucru în materie de dovezi, astfel că teoria a fost considerată prea aiuristică pentru a merita o atenție serioasă.

În Germania însă, ideea lui Taylor a fost prinsă din zbor și însușită cum trebuie de un teoretician pe nume Alfred Wegener, meteorolog la Universitatea din Marburg. Wegener a investigat numeroase anomalii ale plantelor și fosilelor care nu se încadrau firesc în modelul standard al istoriei pământului și și-a dat seama că prea puține dintre ele puteau fi înțelese prin interpretarea convențională. Fosilele animale apăreau în mod repetat pe maluri opuse ale unor oceane care erau, în mod cert, prea mari pentru a fi trecute înot. El s-a întrebat cum au călătorit marsupialele din America de Sud în Australia. Cum de apăreau melci identici în Scandinavia și în New England? Și cum se explicau păturile de cărbune și alte

rămășițe semitropicale în locuri reci precum Spitsbergen, la peste 600 km nord de Norvegia, dacă nu migraseră cumva până acolo din zone mai calde?

Wegener a dezvoltat teoria potrivit căreia continentele lumii au existat cândva sub forma unei mase unice de pământ, pe care el a numit-o Pangaea, unde flora și fauna se amestecaseră în voie, înainte să se producă rupturile, iar bucățile să plutească spre pozițiile lor actuale. El a prezentat ideea într-o carte numită *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane* (*Originea continentelor și oceanelor*), pe care a publicat-o în germană în 1912 și – în ciuda faptului că între timp a izbucnit Primul Război Mondial – în engleză trei ani mai târziu.

Din cauza războiului, teoria lui Wegener nu a atras atenția la început, dar prin anii 1920, când a venit cu o ediție revizuită și adăugită, a devenit un subiect de discuție. Toată lumea accepta ideea deplasării continentelor – dar în sus și în jos, nu în lateral. Procesul mișcării verticale, cunoscut drept izostazie, a stat la baza gândirii geologice vreme de generații, deși nimeni nu propusese teorii solide despre cum și de ce s-a întâmplat acest fenomen. O idee care a rămas în manuale până în vremea anilor mei de școală a fost teoria „mărului copt”, propusă de austriacul Eduard Suess cu puțin înainte de începutul secolului XX. Aceasta sugera că, pe măsură ce Pământul umed s-a răcit, s-a încrețit ca un măr copt, creând bazinele oceanice și lanțurile muntoase. Nimeni nu a ținut cont că James Hutton demonstrase cu mult înainte că orice astfel de aranjament static ar fi dus în final la un sferoid fără forme, pe măsură ce eroziunea ar fi uniformizat ridicările și ar fi umplut golurile. De asemenea, elementele de pe Pământ

rețineau rezerve enorme de căldură, după cum au demonstrat Rutherford și Soddy la începutul secolului – mult prea multă pentru a permite genul de răcire și strângere sugerat de Suess. Și, în orice caz, dacă teoria lui Suess ar fi fost corectă, munții ar fi trebuit să fie distribuiți uniform pe suprafața Pământului, ceea ce era evident fals, și ar fi avut cam aceeași vârstă; încă de la începutul anilor 1900, era deja cert că unele lanțuri precum Uralii sau Apalașii erau cu sute de milioane de ani mai vechi decât alții, precum Alpii sau Munții Stâncoși. În mod evident, venise timpul pentru o nouă teorie. Din nefericire, Alfred Wegener nu era omul de la care își doreau geologii să o primească.

Pentru început, noțiunile sale radicale puneau la îndoială fundamentele disciplinei lor, o cale rareori eficientă de a suscita interesul unei audiențe. O astfel de provocare ar fi fost dureroasă chiar și venind din partea unui geolog, dar Wegener nu avea nicio pregătire în geologie. Era un biet meteorolog, pentru Dumnezeu. Era un om de la „starea vremii” – și încă unul neamț. Iar acestea nu erau cusururi remediabile.

Prin urmare, geologii și-au dat toată osteneala să îi nege dovezile și să îi discrediteze sugestiile. Pentru a explica problemele distribuirii fosilelor, ei veneau cu anticele „punți de uscat” de câte ori era nevoie. Dacă se descoperea că un cal străvechi pe nume *Hipparion* a trăit în Franța și în Florida concomitent, se trasa o punte de uscat peste Atlantic. Când se afla că vechii tapiri existaseră simultan în America de Sud și în Asia de Sud-Est, se trăgea și între ele o punte de uscat. În curând, hărțile mărilor preistorice au devenit platouri aproape compacte de uscat din cauza ipoteticelor punți de

uscat – din America de Nord în Europa, din Brazilia în Africa, din Asia de Sud-Est în Australia, din Australia în Antarctica. Acești cârcei conectori nu numai că apăreau în mod convenabil, oricând era necesară mutarea unui organism viu de pe o masă continentală pe alta, dar apoi dispăreau în neant fără să lase vreo urmă a existenței lor. Evident că nimic din toate acestea nu era susținut de nicio dovadă – cum ar fi putut să fie susținut de dovezi ceva atât de eronat? – și, totuși, a reprezentat norma geologică în următoarea jumătate de secol.

Nici măcar punțile de uscat nu puteau explica anumite lucruri. O specie de trilobit era bine cunoscută în Europa și de asemenea s-a descoperit că trăise în Terra Nova – dar numai pe o parte a insulei. Nimeni nu putea explica în mod convingător cum reușise să traverseze trei mii de kilometri de ocean ostil, dar apoi nu reușise să își croiască drum pe o insulă de trei sute de kilometri lățime. Și mai anormală era o specie de trilobit descoperită în Europa și în nord-vestul Americii, dar nicăieri între acestea, ceea ce ar fi presupus nu o punte de uscat, ci un adevărat salt acrobatic. Și totuși, până în 1964, când *Encyclopaedia Britannica* a discutat teoriile concurente, cea a lui Wegener era considerată plină de „numeroase neajunsuri teoretice severe”. Cu siguranță că Wegener a făcut greșeli. El a susținut că Groenlanda se îndreaptă spre vest cu circa 1,6 km pe an, evident o aberație (în realitate e vorba de un centimetru). Și, mai presus de toate, nu putea oferi nicio explicație convingătoare pentru felul în care se mișcaseră masele. Pentru a da crezare teoriei lui, ar fi trebuit să acceptăm că întregi continente masive reușiseră cumva să își croiască drum printr-o crustă solidă, ca un plug prin sol, fără să lase nicio brazdă în pământul răscolit. Nimic

cunoscut la acea vreme nu putea explica în mod plauzibil ce anume generase aceste deplasări masive.

Cel care a venit cu o sugestie a fost Arthur Holmes, geologul englez care a făcut atât de multe pentru a determina vârsta Pământului. Holmes a fost primul cercetător care a înțeles că încălzirea radioactivă putea produce curenți de convecție în interiorul Pământului. În teorie, aceștia puteau fi suficient de puternici pentru a deplasa continentele înapoi și încolo. În populara și influenta sa carte *Principles of Physical Geology* (*Principii de geologie fizică*), publicată pentru prima dată în 1944, Holmes a expus o teorie a derivei continentale care era în principiu cam aceeași cu teoria dominantă de astăzi. Însă la acea vreme era încă o propunere radicală și a fost aspru criticată, mai ales în Statele Unite, unde opoziția față de teoria derivei continentelor a durat mai mult decât oriunde în altă parte. Un critic american s-a arătat neliniștit, fără nicio urmă de ironie, că Holmes își prezenta argumentele atât de clar și de convingător, încât studenții chiar ar putea ajunge să le creadă. În alte părți însă, noua teorie și-a atras un sprijin solid, chiar dacă precaut. Un vot la întâlnirea anuală a Asociației Britanice pentru Dezvoltarea Științei din 1950 a arătat că circa jumătate dintre cei prezenți acceptau acum ideea derivei continentelor (Hapgood avea să citeze această cifră la scurt timp după aceea, ca pe o dovadă a tragicei degringolade în care se găseau geologii britanici). În mod curios, uneori Holmes însuși părea să se îndoiască de propria idee. În 1953 a mărturisit: „Nu am reușit niciodată să mă eliberez de o supărătoare prejudecată împotriva ideii derivei continentelor. În măduva oaselor mele de geolog, ca să spun așa, simt că această ipoteză ține de domeniul fantasticului”.

Deriva continentelor nu era întru totul lipsită de susținători în Statele Unite. Reginald Daly de la Harvard pleda în favoarea ei, dar, după cum vă amintiți, el a sugerat că Luna se formase în urma unui impact cosmic, iar ideile sale erau în general considerate interesante, chiar valoroase, dar un pic prea exuberante pentru a fi analizate serios. Și astfel, majoritatea învățaților americani au rămas la convingerea că dintotdeauna continentele s-au aflat în poziția lor de astăzi și că formele de pe suprafața lor puteau fi atribuite altor fenomene decât mișcările laterale.

Interessant este faptul că geologii de la companiile petroliere știau de ani de zile că, dacă vrei să găsești petrol, trebuie să accepți exact genul de mișcări ale suprafeței pe care le implicau plăcile tectonice. Dar geologii petrolieri nu scriau lucrări academice; ei se mulțumeau să găsească petrol.

Teoriile Pământului mai puneau o problemă majoră, pe care nu o rezolvase nimeni și nici nu se apropiase nimeni măcar de o soluție viabilă. Întrebarea era aceasta: unde s-au dus toate sedimentele? În fiecare an, râurile pământului cărau un volum masiv de material erodat – 500 de milioane de tone de calciu, de exemplu – către mări. Dacă înmulțim rata de depozitare cu numărul de ani în care a avut loc, ajungem la o cifră tulburătoare: pe fundurile oceanelor ar trebui să se afle circa douăzeci de kilometri de sedimente – altfel spus, fundurile oceanelor ar fi trebuit să ajungă până acum mult peste suprafața apei. Oamenii de știință au înlăturat acest paradox în cea mai comodă modalitate posibilă: l-au ignorat. Dar în cele din urmă a venit un moment în care nu au mai putut să-l ignore.

În al Doilea Război Mondial, un mineralog de la Universitatea Princeton, pe nume Harry Hess, a fost numit în fruntea unei nave de transport ofensive, USS *Cape Johnson*. La bordul acestui vas se afla un nou aparat interesant de sondare a adâncimilor, numit sondă ultrason, care fusese proiectat pentru a facilita manevrele din apropierea țărmului în timpul debarcărilor pe plajă, dar Hess și-a dat seama că putea fi folosit la fel de bine în scopuri științifice, așa că nu l-a închis niciun moment pe când se afla pe mare, nici măcar în focul bătăliei. Și astfel a descoperit lucruri total neașteptate. Dacă fundul oceanului ar fi fost foarte vechi, după cum presupunea toată lumea, ar fi trebuit să fie acoperit de o pătură groasă de sedimente, precum noroiul de pe fundul unui râu sau lac. Dar măsurătorile lui Hess au arătat că fundul oceanului oferea de toate, mai puțin netezimea cleioasă a unor straturi de aluviuni străvechi. Peste tot era presărat cu canioane, canale și crevase, punctate de munți vulcanici submarini pe care el i-a numit guyoți, după numele unui geolog de la Princeton pe nume Arnold Guyot. Toate acestea erau un mister, dar Hess era prins în mijlocul unui război la care trebuia să participe, astfel că a pus aceste observații deoparte, pentru mai târziu.

După război, Hess s-a întors la Princeton și la ocupația sa de profesor, dar misterele fundului oceanic au continuat să ocupe un loc în gândurile sale. Între timp, în anii 1950, oceanologii au întreprins studii tot mai sofisticate asupra fundului oceanic. Și în căutările lor au dat peste o surpriză și mai mare: cel mai mareț și mai întins lanț muntos de pe Pământ era – în cea mai mare parte – sub apă. Urma un traseu continuu de-a lungul fundurilor oceanice din întreaga lume, asemenea modelului de pe o minge de tenis. Dacă porneai din

Islanda și călătoreai spre sud, îl puteai urma coborând prin mijlocul Oceanului Atlantic, ocolind sudul Africii, de-a lungul Oceanului Indian și mărilor sudice, până în Pacific, mai jos de Australia; acolo făcea un unghi prin Oceanul Pacific, de parcă s-ar fi îndreptat spre Baja California, înainte să cotească brusc spre coasta de vest a Statelor Unite, până în Alaska. Uneori, vârfurile sale mai înalte ieșeau din apă sub forma unei insule sau a unui arhipelag – Azorele și Canarele în Atlantic, Hawaii în Pacific, de exemplu –, dar în cea mai mare parte era îngropat sub mii de metri de apă sărată, necunoscut și nebănuit. Când s-au adunat toate ramurile sale, rețeaua a ajuns la 75.000 de kilometri.

O mică parte a lanțului era cunoscută de o bună bucată de vreme. Oamenii care, în secolul al XIX-lea, întinseseră cabluri pe fundul oceanului și-au dat seama că în mijlocul Atlanticului exista un fel de formațiune muntoasă după felul în care șerpuiau cablurile, dar continuitatea și amploarea lanțului au venit ca o năucitoare surpriză. Mai mult, el prezenta anomalii fizice inexplicabile. În centrul crestei din mijlocul Atlanticului se afla un canion – un rift – de până la 20 km lărgime pe întreaga sa lungime de 19.000 km. Aceasta părea să sugereze că Pământul se crapă la încheieturi, ca o nucă ieșind din coajă. Era o idee absurdă și descumpănitoare, dar era susținută de dovezi ce nu puteau fi negate.

În 1960, probe din interiorul canionului au arătat că fundul oceanic era relativ tânăr pe creasta din mijlocul Atlanticului, dar devenea tot mai bătrân pe măsură ce te îndepărtați spre est sau vest. Harry Hess a analizat chestiunea și a înțeles că aceasta nu putea însemna decât un singur lucru: pe fiecare parte a riftului central se forma o nouă crustă oceanică,

împinsă apoi de o parte și de alta, pe măsură ce din urmă venea o alta. Fundul Atlanticului era format de fapt din două benzi transportoare enorme, una care ducea scoarța spre America de Nord și alta care ducea scoarța spre Europa. Procesul a devenit cunoscut sub numele de expansiunea fundului oceanic.

Când scoarța ajungea la sfârșitul călătoriei, la granița continentelor, se prăbușea înapoi în Pământ printr-un proces cunoscut drept subducție. Aceasta explica unde se duceau toate sedimentele. Se întorceau în măruntaiele Pământului. De asemenea, explica de ce bazinele oceanice de peste tot erau atât de tinere, prin comparație cu alte formațiuni de pe Pământ. Niciunul nu s-a dovedit a fi mai bătrân de 175 de milioane de ani, lucru de neînțeles, deoarece rocile continentale erau în multe cazuri vechi de miliarde de ani. Acum Hess putea înțelege de ce. Rocile oceanice rezistau numai atât cât le lua ca să ajungă la mal. Era o teorie frumoasă, care explica multe. Hess și-a dezvoltat argumentele într-o lucrare importantă, care a fost ignorată aproape peste tot. Uneori, lumea pur și simplu nu este pregătită pentru o idee măreață.

Între timp, doi cercetători, care lucrau de altfel independent, au ajuns la constatări uluitoare pornind de la un fapt curios din istoria Pământului, descoperit cu câteva decenii înainte. În 1906, un fizician francez pe nume Bernard Brunhes descoperise că, din când în când, câmpul magnetic al planetei se inversează, iar înregistrarea acestor inversări este marcată pentru totdeauna în anumite roci, încă din momentul nașterii lor. Mai exact, mici bobite de minereu de fier din interiorul rocilor indică unde se aflau polii magnetici în

momentul formării lor, iar apoi rămân îndreptate în acea direcție pe măsură ce roca se răcește și se întărește. Astfel, ele își „amintesc” cum erau orientați polii magnetici în momentul creării lor. Ani de-a rândul, aceasta a reprezentat o simplă curiozitate, dar în anii 1950 Patrick Blackett, de la Universitatea din Londra, și S.K. Runcorn, de la Universitatea din Newcastle, au studiat tiparele magnetice străvechi înscrise în rocile britanice și au fost uimiți, ca să nu spunem mai mult, să descopere că acestea arătau că, într-un anumit moment din trecutul îndepărtat, Marea Britanie se rotise în jurul propriei axe și înaintase către nord, ca și cum ar fi reușit cumva să se desprindă din rădăcini. Mai mult, au descoperit că, dacă așezi o hartă a traseelor magnetice ale Europei peste una a Americii din aceeași perioadă, se potrivesc aproape la fel de exact ca două jumătăți ale unei scrisori rupte. Era de-a dreptul straniu, așa că și descoperirile lor au fost ignorate.

În sfârșit, a căzut în sarcina a doi oameni de la Universitatea Cambridge, un geofizician pe nume Drummond Matthews și un absolvent de-al său pe nume Fred Vine, să reunească toate piesele. În 1963, folosind studiile magnetice făcute în bazinul Oceanului Atlantic, au demonstrat în mod convingător că acesta se extinde exact în maniera în care sugerase Hess și că, la rândul lor, continentele se află în mișcare. Un geolog canadian ghinionist, pe nume Lawrence Morley, a ajuns la aceeași concluzie în același moment, dar nu a găsit pe nimeni să-i publice lucrarea. Într-o muștrare devenită celebră, redactorul de la *Journal of Geophysical Research* i-a spus: „Asemenea speculații dau naștere unor conversații interesante la cocteiluri, dar nu este genul de

lucrare care să fie publicată sub o egidă științifică serioasă”. Mai târziu, un geolog a descris-o ca fiind „probabil cea mai semnificativă lucrare din științele Pământului căreia i-a fost refuzată publicarea”.

În orice caz, scoarța mobilă era acum o idee căreia în sfârșit îi venise vremea. La Londra a avut loc în 1964 un simpozion sub auspiciile Academiei Regale care a reunit multe dintre cele mai importante figuri din domeniu și, brusc, toată lumea a părut să se convertească la noua idee. Adunarea a admis că Pământul este un mozaic de segmente interconectate, ale căror variate ciocniri de anvergură explicau o bună parte din comportamentul suprafeței planetei.

Sintagma „deriva continentelor” a fost eliminat destul de repede, atunci când oamenii au înțeles că întreaga suprafață era în mișcare, nu doar continentele, dar a trecut o vreme până să se stabilească un nume pentru aceste segmente. La început, oamenii le-au numit „blocuri de crustă”, alteori „pietre de pavaj”. Abia în 1968, odată cu publicarea unui articol scris de trei seismologi americani în *Journal of Geophysical Research*, aceste segmente au primit numele sub care sunt cunoscute de atunci încolo: plăci. Același articol a dat numele noii științe: tectonica plăcilor.

Vechile idei mor greu și nu toată lumea s-a grăbit să se lase purtată de fiorul noii teorii. Târziu, prin anii 1970, unul dintre cele mai populare și mai influente manuale de geologie, *The Earth (Pământul)*, scris de venerabilul Harold Jeffreys, susținea cu încăpățănare că plăcile tectonice reprezintă o imposibilitate fizică, la fel ca în prima sa ediție din 1924. El excludea și convecția, și expansiunea fundului oceanic. Iar în

Basin and Range (*Bazin și lanț*), publicată în 1980, John McPhee observa că un geolog american din opt încă nu credea în tectonica plăcilor.

Astăzi știm că suprafața Pământului este alcătuită din opt până la zece plăci mari (în funcție de definiția lui „mare”) și circa douăzeci mai mici și că toate se mișcă în direcții și cu viteze diferite. Unele plăci sunt mari și oarecum inactive, altele sunt mai mici, dar mai energice. Între ele și masele de pământ aflate deasupra lor există o relație pur accidentală. De exemplu, placa nord-americană este mult mai mare decât continentul cu care este asociată. În mare, urmează conturul coastei de vest a continentului (motiv pentru care acolo se află o zonă foarte activă seismic, din cauza ciocnirilor și prăbușirilor de la marginea plăcii), dar nu are o corespondență cu țărmul estic, extinzându-se până la jumătatea Atlanticului, la creasta din mijlocul oceanului. Islanda este frântă la mijloc, de unde rezultă că, tectonic vorbind, este jumătate americană și jumătate europeană. În schimb, Noua Zeelandă face parte din imensa placă a Oceanului Indian, deși nu se află nicidecum în apropierea acestuia. Și tot așa, cu cele mai multe plăci.

Legăturile dintre masele continentale moderne și cele din trecut s-au dovedit a fi infinit mai complexe decât și-ar fi imaginat cineva. După cum s-a constatat, Kazahstanul a fost cândva legat de Norvegia și de New England. Un colț din Staten Island, numai un colț, este european. La fel și o parte din Terra Nova. Culegeți o pietricică de pe o plajă din Massachusetts și gândiți-vă că cea mai apropiată rudă a ei este acum prin Africa. Munții din Scoția și o bună parte din Scandinavia sunt în esență americane. Se crede că o parte din

lanțul Shackleton din Antarctica ar fi putut aparține cândva Apalașilor din estul Statelor Unite. Pe scurt, rocile se plimbă.

Mișcarea permanentă împiedică plăcile să fuzioneze într-o singură placă imobilă. Presupunând că lucrurile vor continua după un model foarte asemănător cu ceea ce se întâmplă acum, Oceanul Atlantic se va extinde până când, în final, va deveni mult mai mare decât Pacificul. O bună parte din California se va desprinde și va pluti, devenind un fel de Madagascar al Pacificului. Africa va înainta spre nord, intrând în Europa, sufocând Mediterana până la dispariție, și va ridica un lanț muntos de o măreție comparabilă cu Himalaya, care se va întinde de la Paris la Calcutta. Australia va coloniza insulele din nordul său și se va conecta printr-un fel de istm ombilical cu Asia. Acestea vor reprezenta rezultatele viitoare, dar nu evenimente viitoare. Căci evenimentele au loc chiar acum. În timp ce noi citim acest material, continentele plutesc în derivă, precum frunzele pe un lac. Grație GPS-ului (Sistemul de Poziționare Globală), putem vedea că Europa și America de Nord se îndepărtează aproximativ cu viteza cu care ne cresc unghiile – în medie, cam doi metri în decursul vieții unui om. Dacă sunteți dispuși să așteptați suficient de mult, s-ar putea să mergeți de la Los Angeles până la San Francisco pe pământ. Doar limitele vieții umane ne împiedică să apreciem cum se cuvine aceste schimbări. Dacă priviți globul în orice moment, ceea ce vedeți reprezintă un stop-cadru al felului în care arată continentele vreme de o zecime din unu la sută din istoria Pământului.

Pământul este singura dintre planetele telurice care are plăci tectonice, iar motivul rămâne un mister. Nu este doar o chestiune de dimensiuni sau de densitate – Venus este

aproape geamăna Pământului în aceste privințe și totuși nu are niciun fel de activitate tectonică –, dar poate că noi avem exact materialele potrivite în cantitățile potrivite pentru a menține Pământul într-o permanentă clocotire mișcătoare. Există părerea – deși este doar o părere – că plăcile tectonice reprezintă o parte importantă în echilibrul organic al planetei. Fizicianul și scriitorul James Trefil spunea: „Ar fi greu de crezut că mișcarea permanentă a plăcilor tectonice nu are niciun efect asupra evoluției vieții pe pământ”. El sugerează că modificările induse de plăcile tectonice – ca, de exemplu, schimbările climatice – au reprezentat un impuls important în dezvoltarea inteligenței. Alții cred că deplasarea continentelor a determinat cel puțin câteva dintre numeroasele episoade de dispariție de pe Pământ. În noiembrie 2002, Tony Dickson de la Universitatea Cambridge a întocmit un raport, publicat în jurnalul *Science*, în care susține cu convingere că ar putea exista o relație între istoria rocilor și istoria vieții. Dickson a stabilit că structura chimică a oceanului planetar s-a modificat uneori brusc și dramatic de-a lungul ultimei jumătăți de miliard de ani și că aceste schimbări sunt corelate adesea cu evenimente importante din istoria biologică – enorma explozie de microorganisme care a creat stâncile calcaroase de pe coasta sudică a Angliei, brusca răspândire a scoicilor în rândul organismelor marine în perioada cambriană și tot așa. Nimeni nu poate spune ce anume provoacă schimbările atât de dramatice care apar din când în când în compoziția chimică a oceanelor, dar deschiderea și închiderea unor falii oceanice ar putea fi în mod evident un posibil vinovat.

În orice caz, plăcile tectonice au explicat nu numai dinamica suprafeței Pământului – cum a ajuns străvechiul

Hipparion din Franța în Florida, de exemplu –, ci și multe dintre acțiunile sale interne. Cutremurele, formarea lanțurilor de insule, ciclul carbonului, localizarea munților, apariția perioadelor glaciare, înseși originile vieții – cu greu am putea găsi un aspect care să nu fi fost direct influențat de această nouă teorie. Așa cum nota McPhee, geologii s-au trezit în poziția de a descoperi brusc „că pământul avea o logică în toate”.

Dar numai până la un punct. Distribuția continentelor în vremurile străvechi este departe de a fi o problemă clarificată, așa cum își imaginează majoritatea celor din afara domeniului geofizicii. Deși manualele ne oferă reprezentări care par bine fundamentate ale maselor de pământ străvechi, lipindu-le etichete precum Laurasia, Gondwana, Rodinia și Pangaea, acestea se bazează uneori pe concluzii care nu rezistă unei cercetări mai atente. Așa cum remarcă George Gaylord Simpson în *Fossils and the History of Life* (*Fosilele și istoria vieții*), speciile de plante și animale din lumea străveche au prostul obicei de a apărea pe nepusă masă acolo unde nu ar trebui și de a nu apărea acolo unde ar trebui.

Trasarea contururilor Gondwanei, cândva un continent maiestuos, care reunea Australia, Africa, Antarctica și America de Sud, s-a bazat în bună măsură pe răspândirea unui gen de mamifer străvechi numit *Glossopteris*, care a fost descoperit peste tot pe unde se presupunea că trebuie să existe. Însă mult mai târziu *Glossopteris* a fost descoperit și în părți ale lumii despre care nu se știa să fi avut vreo legătură cu Gondwana. Această discrepanță supărătoare a fost – și continuă să fie – în mare parte ignorată. În același fel, o reptilă

din triasic, numită listrozaur, a fost descoperită din Antarctica până în Asia, susținând ideea că a existat o legătură între aceste continente, dar nu a fost găsită nicăieri în America de Sud sau Australia, despre care se crede că au făcut parte din același continent, cam în aceeași perioadă.

De asemenea, există numeroase trăsături ale suprafeței pe care plăcile tectonice nu le pot explica. De exemplu, Denver: toată lumea știe că are o înălțime de 1,6 km, dar înălțarea este relativ recentă. Pe când Pământul era plin de dinozauri, Denverul făcea parte din fundul oceanului, la mii de metri adâncime. Și totuși, rocile pe care este așezat Denverul nu sunt scindate sau deformate, așa cum ar trebui să fie dacă Denverul ar fi fost ridicat prin coliziunea plăcilor și, oricum, acesta se află prea departe de marginile plăcilor pentru a fi sensibil la acțiunile lor. Este ca și cum ai împinge marginea unui covor, în speranța că la celălalt capăt se vor forma cute. În mod misterios, se pare că Denverul s-a ridicat în milioane de ani, precum pâinea dospită. La fel s-a întâmplat cu o bună parte din sudul Africii: o porțiune cu un diametru de 1.600 km s-a ridicat în circa o sută de milioane de ani cu 1,5 km, fără a avea vreo legătură cunoscută cu activitatea tectonică. Australia, în schimb, se înclină și se scufundă. De-a lungul ultimei sute de milioane de ani, pe măsură ce s-a deplasat spre nord către Asia, marginea sa de înaintare s-a scufundat cu aproape 200 m. Se pare că Indonezia este aceea care se scufundă foarte încet și târăște și Australia cu ea. Nimic din teoria plăcilor tectonice nu poate explica toate acestea.

Alfred Wegener nu a trăit suficient ca să își vadă ideile răzbunate. Într-o expediție în Groenlanda din 1930, chiar în ziua în care împlinea cincizeci de ani, a ieșit de unul singur să

verifice un transport de provizii și nu s-a mai întors. A fost găsit câteva zile mai târziu, înghețat. A fost îngropat chiar acolo și încă se află în același loc, dar cu circa un metru mai aproape de America de Nord decât în ziua în care a murit.

Nici Einstein nu a trăit suficient ca să vadă că a pariat pe un cal necâștigător. A murit la Princeton, New Jersey, în 1955, înainte ca Charles Hapgood să-și fi publicat denigrările la adresa teoriilor despre deriva continentelor.

Celălalt pion principal în apariția teoriei plăcilor tectonice, Harry Hess, se afla tot la Princeton în acea vreme, unde avea să-și petreacă restul carierei. Unul dintre studenții săi, un tânăr strălucit pe nume Walter Alvarez, avea să provoace o revoluție de o cu totul altă natură în lumea științei.

Cât despre geologie în sine, cataclismele sale abia începuseră, iar cel care a contribuit la declanșarea procesului a fost tânărul Alvarez.

Partea a IV-a

O planetă periculoasă



„Istoria oricărei părți a Pământului, asemenea vieții unui soldat, este alcătuită din lungi perioade de plictiseală și scurte perioade de teroare.”

Derek V. Ager, geolog britanic

Capitolul 13

Buuuum!

Oamenii știau de multă vreme că era ceva ciudat în legătură cu pământul pe care se afla orașul Manson, Iowa. În 1912, un bărbat care săpa un puț pentru rezerva de apă a orașului a relatat că a adus la suprafață o mulțime de roci deformate ciudat – „brecie cristaloclastă cu matrice din topitură” și „materie ejectată la suprafață”, după cum a fost descrisă mai târziu într-un raport oficial. Și apa era ciudată. Era aproape la fel de moale ca apa de ploaie. Apă moale naturală nu mai fusese descoperită în Iowa niciodată.

Deși rocile ciudate și apele delicate din Manson erau o curiozitate, aveau să treacă patruzeci și unu de ani înainte ca o echipă de la Universitatea din Iowa să reușească să facă o vizită comunității locale, pe atunci, la fel ca acum, un orașel cu vreo două mii de locuitori din nord-vestul statului. În 1953, după aplicarea câtorva sonde experimentale, geologii de la universitate au căzut de acord că locul era într-adevăr anormal și au atribuit rocile deformate vreunei activități vulcanice vechi, nedetectate. Totul era în conformitate cu concepția predominantă a acelor zile, dar reprezenta în același timp o concluzie cum nu se poate mai eronată din punct de vedere geologic.

Trauma din structura geologică de la Manson provenea nu din interiorul Pământului, ci de la o depărtare de cel puțin 160 de milioane de kilometri depărtare de Pământ. Cândva, în trecutul foarte îndepărtat, pe când Manson se afla pe marginea unei mări superficiale, o piatră cu un diametru de circa 2,5 km, cântărind zece miliarde de tone și călătorind, probabil, cu o viteză de două sute de ori mai mare decât viteza sunetului, a sfâșiat atmosfera și s-a izbit de Pământ cu o violență pe care cu greu ne-o putem imagina. Locul pe care se află acum orașul Manson a devenit într-o secundă o groapă de aproape cinci km adâncime, cu un diametru de peste 30 km. Calcarul, care prin alte părți îi oferă statului Iowa apa sa dură și mineralizată, a fost distrus și înlocuit cu impactite, pe care săpătorul uimit le-a adus la suprafață în 1912.

Impactul din Manson a fost cel mai mare care a avut loc pe suprafața continentală a Statelor Unite. Craterul pe care l-a lăsat în urmă era atât de mare, încât, dacă stăteai pe una dintre marginile sale, abia îi puteai vedea cealaltă margine într-o zi luminoasă. Pe lângă el, Marele Canion ar părea o ciudățenie minoră. Din nefericire pentru amatorii de peisaje spectaculoase, două milioane și jumătate de ani de succedare a straturilor de gheață au umplut craterul din Manson până sus cu teren eratic, apoi l-au stratificat și l-au nivelat frumos, astfel încât în prezent peisajul din Manson și cel de pe o rază de mulți kilometri în jurul său sunt la fel de drepte și de uniforme ca tăblia unei mese. Evident, acesta este motivul pentru care nimeni nu a auzit vreodată de craterul din Manson.

La biblioteca din oraș, oamenii sunt încântați să vă arate o colecție de articole de ziar și o cutie cu mostre de adâncime

dintr-un program de săpături din 1991-1992 – ba chiar se dau peste cap să vi le pună la dispoziție –, dar trebuie să cereți în mod expres să le vedeți. Nu există niciun exponat permanent și nicăieri în oraș nu se află vreun indicator.

Pentru majoritatea locuitorilor din Manson, cel mai mare eveniment la care au asistat vreodată a fost o tornadă care s-a năpustit pe strada principală în 1979 și a distrus zona comercială. Unul dintre avantajele unor împrejurimi atât de netede ca în Manson este că pericolul poate fi observat de la mare distanță. Practic, întregul orașel s-a adunat la unul dintre capetele străzii principale și a urmărit vreme de o jumătate de oră cum tornada se apropia de ei, în speranța că își va schimba direcția, apoi și-au luat prevăzători tălpășița când au văzut că nu se întâmpla deloc așa. Patru dintre ei, din nefericire, nu s-au mișcat suficient de repede și au fost uciși. În fiecare an, în iunie, Manson găzduiește un eveniment de o săptămână, numit Zilele Craterului, menit să-i ajute pe oameni să uite nefericita comemorare. Nu are nicio legătură cu craterul. Nimeni nu a găsit vreo cale de a scoate profit de pe urma unui sit de impact care nu se vede.

„Din vreme în vreme, mai vin oameni și întreabă unde ar trebui să meargă pentru a vedea craterul, iar noi, cu părere de rău, le spunem că nu este nimic de văzut”, spune Anna Schlapkohl, prietenoasa bibliotecară a orașului. „Așa că pleacă destul de dezamăgiți.” Însă majoritatea oamenilor, inclusiv cei din Iowa, nu au auzit niciodată de craterul din Manson. Chiar și pentru geologi abia dacă valorează cât o notă de subsol. Însă, pentru o scurtă perioadă din anii 1980, Manson a reprezentat cel mai atractiv sit geologic de pe Pământ.

Povestea debutează la începutul anilor 1950, când un tânăr și strălucit geolog pe nume Eugene Shoemaker a făcut o călătorie la Craterul Meteoritului din Arizona. Astăzi, Craterul Meteoritului este cel mai faimos sit de impact de pe Pământ și o atracție turistică populară. Însă în acele zile nu primea prea mulți vizitatori și era încă numit Craterul Barringer, după numele unui bogat inginer minier, Daniel M. Barringer, care a ridicat pretenții de proprietate asupra locului în 1903. Barringer credea că acest crater se formase în urma impactului cu un meteorit de zece milioane de tone, bogat în fier și nichel, fiind ferm convins că avea să câștige o avere din exploatarea acestora. Fără să-și dea seama că meteorul și tot ce exista în el s-ar fi vaporizat la impact, a risipit o avere și următorii douăzeci și șase de ani din viață săpând tuneluri care nu duceau nicăieri.

După standardele din prezent, cercetarea craterelor, la începutul anilor 1900, era relativ lipsită de finețe, ca să nu spun mai mult. Unul dintre primii cercetători de vârf, G.K. Gilbert de la Universitatea Columbia, își construia modelele pentru efectele impacturilor aruncând bile în recipiente cu orz. (Din motive de care nu am cunoștință, Gilbert nu a desfășurat aceste experimente într-un laborator de la Columbia, ci într-o cameră de hotel.) Cumva, în urma lor, Gilbert a ajuns la concluzia potrivit căreia craterele de pe Lună au fost într-adevăr formate prin impacturi – ea însăși o idee destul de radicală pentru acea vreme –, dar cele de pe Pământ nu. Majoritatea cercetătorilor au refuzat să accepte până și atâta lucru. Pentru ei, craterele de pe Lună erau dovezile unor vulcani străvechi și nimic mai mult. Puținele cratere care se mai vedeau pe Pământ (majoritatea fuseseră

deja erodate) erau în general atribuite altor cauze sau considerate simple ciudăţenii accidentale.

Până la apariţia lui Shoemaker, toată lumea credea despre Craterul Meteoritului că se formase printr-o explozie subterană de vapori. Shoemaker nu ştia nimic despre exploziile subterane de vapori – nici nu avea cum: aşa ceva nu există –, dar ştia destule despre zonele de explozie. Una dintre primele sale slujbe de după colegiu fusese să studieze inecele de explozie de la Yucca Flats, Nevada, centrul de testări nucleare. El a ajuns, la fel ca Barringer înaintea lui, la concluzia că nimic din Craterul Meteoritului nu sugera vreo activitate vulcanică, dar că exista o distribuţie generoasă de alte materiale – în principal, silice şi magnetite fine, complet anormale –, ceea ce sugera un impact din spaţiu. Intrigat, a început să studieze subiectul în timpul său liber.

Lucrând la început cu colega sa, Eleanor Helin, şi mai târziu cu soţia sa Carolyn şi asociatul său, David Levy, Shoemaker a început o cercetare sistematică a interiorului sistemului solar. Au petrecut câte o săptămână din fiecare lună la Observatorul Palomar din California căutând obiecte, în principal asteroizi, ale căror traiectorii s-ar putea intersecta cu orbita Pământului.

„În momentul în care am început noi, doar ceva mai mult de zece astfel de obiecte fuseseră descoperite în toată istoria observării astronomice”, a povestit Shoemaker câţiva ani mai târziu, într-un interviu televizat. „În mare parte, astronomii secolului XX au abandonat sistemul solar. Atenţia lor s-a îndreptat către stele şi galaxii”, a adăugat el.

Shoemaker şi colegii săi au descoperit că din spaţiu vine un pericol mai mare – cu mult mai mare – decât şi-a imaginat

cineva vreodată.

*

Majoritatea oamenilor știu că asteroizii sunt obiecte alcătuite din roci care orbitează într-o formațiune lejeră pe o centură dintre Marte și Jupiter. În ilustrații sunt întotdeauna prezentați ca și cum s-ar îngrămădi unii peste alții, dar în realitate sistemul solar este suficient de spațios, iar un asteroid mediu se află de fapt la 1,5 km de cel mai apropiat vecin. Nimeni nu știe, nici măcar cu aproximație, câți asteroizi se rostogolesc prin spațiu, dar se crede că numărul lor nu poate fi mai mic de un miliard. Se presupune că sunt planete ratate, pe care atracția gravitațională destabilizatoare a lui Jupiter le-a împiedicat – și le împiedică în continuare – să se închege.

Când au fost descoperiți pentru prima dată, în anii 1800 – primul a fost descoperit în prima zi a secolului de un sicilian pe nume Giuseppe Piazzi –, s-a crezut că asteroizii sunt planete, iar primii doi au fost numiți Ceres și Pallas. A fost nevoie de câteva deducții inspirate ale astronomului William Herschel pentru a se ajunge la concluzia că sunt departe de dimensiunile unei planete, fiind mult, mult mai mici. El i-a numit asteroizi – în latină, „ca o stea” –, un nume cam prost ales, deoarece nu seamănă deloc cu stelele. Acum sunt numiți uneori planetoizi, ceea ce este mai potrivit.

Descoperirea asteroizilor a devenit o activitate populară în anii 1800 și până la sfârșitul secolului se cunoșteau circa o mie. Problema era că nimeni nu îi înregistra sistematizat. De aceea, până la începutul anilor 1900, de multe ori devenise

practic imposibil să-ți dai seama dacă un asteroid care își făcea apariția era unul nou sau doar unul care fusese descoperit mai devreme și căruia i se pierduse urma. Până în acel moment, astrofizica evoluase într-atât, încât prea puțini astronomi erau dispuși să își dedice viața unor obiecte atât de triviale precum planetoizii de roci. Numai câțiva, în principal Gerard Kuiper, astronomul de origine olandeză după numele căruia a fost denumită centura de comete Kuiper, au acordat cât de cât un interes sistemului solar. Grație muncii sale de la Observatorul McDonald din Texas, continuată mai târziu de alții de la Minor Planet Center din Cincinnati și de la proiectul Spacewatch din Arizona, a fost treptat organizată o lungă listă de asteroizi pierduți, astfel încât, la finele secolului XX, un singur asteroid cunoscut nu ieșea la numărătoare – un obiect numit 719 Albert. Văzut pentru ultima dată în octombrie 1911, a fost în sfârșit găsit în 2000, după ce fusese dat dispărut 89 de ani.

Așadar, din punctul de vedere al cercetării asteroizilor, secolul XX a reprezentat în principal doar un lung exercițiu de contabilizare. Abia în ultimii ani, astronomii au început să numere și să cerceteze restul comunității de asteroizi. Până în iulie 2001, fuseseră numiți și identificați 26.000 de asteroizi – iar jumătate dintre aceștia în numai doi ani. Cu până la un miliard de asteroizi de identificat, evident că numărătura este abia la început.

Într-un anumit sens, aproape că nici nu contează. Identificarea unui asteroid nu reduce riscul. Chiar dacă pentru fiecare asteroid din sistemul solar am avea un nume și i-am cunoaște orbita, nimeni nu ar putea prezice ce perturbații l-ar putea trimite pe oricare dintre ei să se

izbească de noi. Nu putem prezice perturbațiile rocilor de la suprafața Pământului. Dacă aruncăm aceste roci în derivă în spațiu, este imposibil de ghicit de ce ar putea fi în stare. Orice asteroid din spațiu care ne este destinat e foarte probabil să ne fie destinat exclusiv.

Gândiți-vă la orbita Pământului ca la un fel de șosea pe care noi suntem unicul vehicul, dar care este traversată în mod regulat de numeroși pietoni ce nu știu că trebuie să se asigure înainte să pășească pe șosea. Cel puțin 90% dintre acești pietoni ne sunt în mare parte necunoscuți. Nu știm unde trăiesc, în ce fel își măsoară ei timpul, cât de des intră pe șoseaua noastră. Tot ce știm este că la un moment dat, la intervale incerte, se rostogolesc pe drumul pe care noi circulăm cu mai mult de 100.000 km pe oră. După cum spunea Steven Ostro de la Laboratorul Jet Propulsion: „Să presupunem că ar exista un buton pe care l-ai putea apăsa și ai putea aprinde toți asteroizii care se intersectează cu Pământul și care sunt mai mari de zece metri: pe cer ar apărea peste o sută de milioane de astfel de obiecte”. Pe scurt, am vedea nu circa două mii de stele pâlpâitoare îndepărtate, ci milioane și milioane de obiecte mai apropiate, aflate într-o mișcare aleatorie – „și fiecare are capacitatea de a intra în coliziune cu pământul, fiecare se mișcă pe o traiectorie ușor diferită pe cer, la intervale diferite. Ar fi o imagine înspăimântătoare”. Ei bine, puteți să vă înspăimântați, pentru că exact așa stau lucrurile. Doar că nu le vedem noi.

În ansamblu, se crede – deși este doar o bănuială bazată pe extrapolări ale densității craterelor de pe Lună – că circa două mii de asteroizi suficient de mari pentru a pune în pericol întreaga lume civilizată se întrepătrund în mod regulat cu

orbita noastră. Dar chiar și un asteroid mic – de mărimea unei case, să zicem – ar putea distruge un oraș. Numărul celor care se intersectează cu orbita Pământului se ridică aproape sigur la sute de mii și poate chiar milioane, fiind aproape imposibil de urmărit.

Primul a fost localizat abia în 1991, și numai după ce ne depășise. Numit 1991 BA, el a fost observat pe când trecea pe lângă noi la o distanță de 170.000 km – echivalentul în termeni cosmici al unui glonț care trece prin mânecă, fără să atingă brațul. Doi ani mai târziu, un alt asteroid, ceva mai mare, ne-a ratat cu 145.000 km – cea mai apropiată trecere înregistrată până acum. Nici acesta nu a fost observat până când nu a trecut, așa că ne-ar fi luat prin surprindere. Timothy Ferris scria în *The New Yorker* că asemenea rateuri la distanță foarte mică se întâmplă de două sau trei ori pe săptămână și trec neobservate.

Un obiect cu diametrul de o sută de metri nu ar putea fi observat de niciun telescop de pe Pământ până când nu s-ar afla la numai câteva zile de noi, și aceasta numai dacă telescopul ar fi din întâmplare concentrat asupra sa, lucru puțin probabil, deoarece chiar și acum numărul celor care caută astfel de obiecte este modest. De cele mai multe ori, este invocată o analogie surprinzătoare: numărul oamenilor din lume care caută efectiv asteroizi este mai mic decât personalul standard al unui restaurant McDonald's (acum este ceva mai mare, dar nu cu mult).

În vreme ce Gene Shoemaker încerca să tragă semnalul de alarmă în legătură cu potențialele pericole existente în interiorul sistemului solar, o altă noutate – fără o legătură

aparentă – se dezvăluia tăcută în Italia, prin munca unui tânăr geolog de la Laboratorul Lamont Doherty de la Universitatea Columbia. La începutul anilor 1970, Walter Alvarez făcea cercetări pe teren într-un defileu cunoscut drept pasul Bottaccione, în apropiere de orașelul de deal Gubbio din Umbria, când i-a trezit curiozitatea o bandă subțire de argilă roșcată care despărțea două straturi străvechi de piatră calcaroasă – unul din cretacic, altul din terțiar. Acesta este un punct cunoscut geologilor drept granița KT^{*1} și marchează momentul de acum 65 de milioane de ani în care dinozaurii și aproape jumătate dintre celelalte specii de animale din lume au dispărut din istoria fosilelor. Alvarez s-a întrebat ce avea atât de special stratul subțire de argilă de numai șase centimetri, încât explica un moment atât de dramatic din istoria Pământului.

În acel moment, opinia convențională despre dispariția dinozaurilor era aceeași cu cea din zilele lui Charles Lyell, din urmă cu un secol – anume că dinozaurii dispăruseră de-a lungul a milioane de ani. Dar îngustimea stratului de argilă sugera în mod evident că, în Umbria cel puțin, dacă nu și prin alte părți, se petrecuse ceva mai brusc. Din nefericire, în anii 1970 nu existau teste care să determine în cât timp s-ar fi putut acumula acel depozit.

Dacă ar fi urmat modelele tradiționale, Alvarez ar fi fost aproape sigur nevoit să abandoneze cercetările; dar, din fericire, el avea o legătură extraordinară cu cineva din afara disciplinei sale, care putea să îl ajute: tatăl său, Luis. Luis Alvarez era un eminent fizician, specialist în fizica nucleară; câștigase Premiul Nobel pentru fizică în deceniul anterior. Nutrise întotdeauna un ușor dispreț față de pasiunea fiului

său pentru roci, dar această problemă l-a intrigat. I-a trecut prin minte că răspunsul s-ar putea găsi în praful cosmic.

În fiecare an, Pământul acumulează circa 30.000 de tone de „sferule cosmice” – mai pe înțelesul tuturor, praf cosmic –, ceea ce ar însemna mult, dacă le-am aduna într-o grămadă, dar sunt infime dacă se răspândesc pe întreg globul. În acest strat subțire de praf se găsesc împrăștiate elemente exotice, care nu se află în mod normal pe Pământ. Printre acestea se află elementul iridiu, de o mie de ori mai abundent în spațiu decât în scoarța Pământului (deoarece se presupune că majoritatea iridiului de pe Pământ s-a scufundat în nucleu atunci când planeta era tânără).

Luis Alvarez știa că unul dintre colegii săi de la Laboratorul Lawrence Berkeley din California, Frank Asaro, perfecționase o tehnică de măsurare foarte exactă a compoziției chimice a argilelor, folosind un proces numit metoda activării în detecția neutronilor. Aceasta presupunea bombardarea mostrelor cu neutroni într-un mic reactor nuclear și numărarea atentă a razelor gamma emise; o muncă extrem de minuțioasă. Asaro folosisese anterior tehnica pentru a analiza fragmente de ceramică, dar Alvarez s-a gândit că, dacă măsurau cantitatea unuia dintre elementele exotice din mostrele de sol aduse de fiul său și le comparau cu rata anuală de depunere, aveau să afle cât timp durase formarea acestor mostre. Într-o după-amiază de octombrie din 1977, Luis și Walter Alvarez i-au făcut o vizită lui Asaro și l-au întrebat dacă ar fi dispus să îi ajute cu testele necesare.

Era o propunere hazardată. Îi cereau lui Asaro să depună luni întregi de efort pentru măsurători dintre cele mai epuizante ale unor eșantioane geologice, numai pentru a

confirma ceva ce părea evident de la bun început: că stratul subțire de argilă se formase exact atât de rapid pe cât sugera îngustimea lui. Sigur este faptul că nimeni nu se aștepta ca acest studiu să ducă la vreo descoperire dramatică.

Asaro își amintește într-un interviu din 2002: „Da, amândoi erau încântători și foarte convingători. Mi s-a părut o provocare interesantă, așa că am acceptat să încerc. Din nefericire, aveam multe alte lucrări începute, de aceea au trecut opt luni până m-am apucat”. Și-a consultat notițele din acea perioadă. „La 21 iunie 1978, ora 13:45, am pus o mostră în detector. A mers 224 de minute și am văzut că obțineam rezultate interesante, așa că ne-am oprit și le-am cercetat.”

Rezultatele au fost atât de neașteptate, încât, la început, cei trei oameni de știință au crezut că nu pot fi decât greșite. Cantitatea de iridiu din eșantionul lui Alvarez era de trei sute de ori peste nivelurile normale – cu mult peste așteptările lor. În următoarele luni, Asaro și colega sa, Helen Michel, au lucrat în reprize de până la treizeci de ore („Dacă începeai, nu te puteai opri”, explică Asaro), analizând mostre, mereu cu aceleași rezultate. Testele efectuate pe alte mostre – din Danemarca, Spania, Franța, Noua Zeelandă, Antarctica – au arătat că depozitul de iridiu era foarte ridicat peste tot în lume, uneori până la de cinci sute de ori peste nivelurile normale. Era clar că acest exces neașteptat fusese produs de ceva important, brusc și probabil cataclismic.

După o îndelungă cugetare, cei doi Alvarez au ajuns la concluzia că cea mai plauzibilă explicație – plauzibilă pentru ei, în orice caz – era aceea că Pământul fusese lovit de un asteroid sau de o cometă.

Ideea că Pământul ar putea fi supus unor impacturi devastatoare din când în când nu era atât de nouă pe cât se sugerează uneori acum. Încă din 1942, un astrofizician pe nume Ralph B. Baldwin, de la Universitatea Northwestern, sugerase această posibilitate într-un articol din revista *Popular Astronomy*. (Și-a publicat articolul acolo, deoarece niciun editor de publicații academice nu fusese dispus să-i acorde spațiu.) Și cel puțin doi oameni de știință cunoscuți, astronomul Ernst Öpik și chimistul laureat al Premiului Nobel Harold Urey, își arătaseră susținerea față de această noțiune în repetate rânduri. Nici printre paleontologi nu era necunoscută. În 1956, un profesor de la Oregon State University, M.W. de Laubenfels, anticipase chiar teoria lui Alvarez într-un articol din *Journal of Paleontology*, sugerând că dinozaurii ar fi putut primi o lovitură fatală în urma unui impact din spațiu, iar în 1970 președintele Societății Paleontologice Americane, Dewey J. McLaren, a propus la conferința anuală a grupului posibilitatea ca un impact extraterestru să fi cauzat un eveniment mai timpuriu, cunoscut sub numele de dispariția frasniană.

Ca pentru a sublinia cât de noninovatoare devenise ideea până în acel moment, o companie de la Hollywood chiar a produs în 1979 un film numit *Meteoritul* („E mare de opt kilometri... vine cu peste treizeci de kilometri pe secundă și nu ai unde să te ascunzi din calea lui!”), avându-i în rolurile principale pe Henry Fonda, Natalie Wood, Karl Malden și o piatră foarte mare.

De aceea, în prima săptămână a anului 1980, la o întrunire a Asociației Americane pentru Dezvoltarea Științei, când cei doi Alvarez și-au anunțat convingerea că dispariția

dinozaurilor nu avusese loc de-a lungul mai multor milioane de ani, ca parte a vreunui proces lent și inexorabil, ci brusc, printr-un unic eveniment exploziv, anunțul nu ar fi trebuit să provoace vreun șoc.

Dar nu a fost așa. Peste tot, dar mai ales în lumea paleontologiei, a fost primit ca o erezie revoltătoare.

„Trebuie să ne amintim”, povestește Asaro, „că noi eram niște amatori în domeniu. Walter era geolog specializat în paleomagnetism, Luis era fizician, iar eu lucram în chimia nucleară. Și veneam să le spunem paleontologilor că noi rezolvaserăm o problemă care lor le scăpa de mai bine de un secol. Nu-i așa o surpriză că nu au primit ideea cu brațele deschise de la început”. Luis Alvarez glumea: „Am fost prinși practicând geologia fără licență”.

Dar teoria impactului conducea la ceva mai profund și mai intrinsec revoltător. Convingerea că procesele terestre aveau loc treptat stătuse la baza istoriei naturale de pe vremea lui Lyell. În 1980 catastrofismul dispăruse complet din gândire de atâta vreme, încât devenise practic de neconceput. Pentru majoritatea geologilor, ideea unui impact devastator era „împotriva religiei lor științifice”, după cum scria Eugene Shoemaker.

Nu a ajutat nici faptul că Luis Alvarez se arăta, fără nicio reținere, disprețuitor față de paleontologi și contribuția lor la cunoașterea științifică. „Chiar nu sunt niște oameni de știință prea buni. Seamănă mai mult cu niște colecționari de timbre”, scria el în *The New York Times*, într-un articol care încă este considerat mușcător.

Oponenții teoriei lui Alvarez au oferit numeroase explicații alternative pentru depozitele de iridiu – de exemplu, că au

fost generate de erupții vulcanice prelungite din India, numite *Deccan Traps* (*trap* provine de la cuvântul suedez care descrie un tip de lavă; *Deccan* este numele de astăzi al regiunii) –, și, mai presus de orice, au insistat că nu există nicio dovadă a dispariției bruște a dinozaurilor din istoria fosilelor la granița iridiului. Unul dintre cei mai înrâncenați oponenți era Charles Officer de la Dartmouth College. El a insistat că iridiul se depozitase în urma activității vulcanice, chiar dacă, în același timp, într-un interviu pentru un ziar, recunoștea că nu are niciun fel de dovadă pentru aceasta. Chiar și în 1988, mai bine de jumătate din paleontologii americani chestionați într-un studiu continuau să creadă că dispariția dinozaurilor nu era în niciun fel legată de impactul vreunui asteroid sau al vreunei comete.

Le lipsea singurul lucru care ar fi susținut în mod evident teoria celor doi Alvarez: un sit al unui impact. În scenă intră Eugene Shoemaker. Shoemaker avea o cunoștință în Iowa – nora lui preda la Universitatea din Iowa – și, în plus, era familiarizat cu craterul din Manson prin propriile studii. Grație lui, toți ochii s-au îndreptat acum spre Iowa.

Geologia este o profesie care variază de la un loc la altul. În Iowa, un stat banal și neinteresant din punctul de vedere al straturilor de roci, ea este în general liniștită, prin comparație cu alte locuri. Nu există vârfuri alpine sau ghețari ascuțiți, nu sunt mari zăcăminte de petrol sau de metale prețioase și nicio urmă de flux piroclastic. Dacă ești geolog angajat de statul Iowa, o mare parte din activitate o reprezintă evaluarea

Planurilor de Management al Îngrășămintelor, pe care toți „operatorii de spații pentru animale” – pe înțelesul tuturor, crescătorii de porci – din acest stat trebuie să le depună periodic. În statul Iowa există cincisprezece milioane de porci, așa că trebuie dispersată o cantitate serioasă de îngrășământ. Și nici prin cap nu-mi trece să fac glume – este o muncă importantă și înălțătoare; menține apa din Iowa curată –, dar, cu toată bunăvoința din lume, nu se compară nici pe departe cu evitarea bombelor de lavă de pe muntele Pinatubo sau cu cățărutul pe crăpăturile din ghețarii din Groenlanda în căutarea unor cuarțuri care să conțină urme de viață străveche. Așa că ne putem imagina foarte bine valul de încântare care a străbătut Departamentul de Resurse Naturale din Iowa când, la mijlocul anilor 1980, atenția lumii geologice s-a concentrat asupra Mansonului și a craterului său.

Trowbridge Hall din Iowa City este un morman de cărămizi roșii de la începutul secolului care adăpostește Departamentul de Științe ale Pământului din cadrul Universității din Iowa și – undeva sus, într-un fel de mansardă – pe geologii de la Departamentul de Resurse Naturale. Nimeni nu-și amintește când, și cu atât mai puțin de ce, geologii statului au fost adunați laolaltă într-o instituție academică, dar îți face impresia că spațiul le-a fost cedat în dușmănie, deoarece birourile sunt înghesuite, cu tavanele joase și nu foarte accesibile. Când ești condus într-acolo, ai impresia că vei fi scos pe o cornișă și invitat să te strecorezi înăuntru pe fereastră.

Ray Anderson și Brian Witzke și-au petrecut acolo sus întreaga viață profesională, în mijlocul mormanilor dezordonate de hârtii, jurnale, planuri făcute sul și specimene

robuste de pietre (geologii nu duc niciodată lipsă de prespapieruri). Este genul de spațiu în care, dacă vrei să găsești ceva – un scaun în plus, o ceașcă de cafea, un telefon care sună –, trebuie să muți mormane de documente dintr-un loc în altul.

— Deodată, ne-am trezit în mijlocul acțiunii, mi-a spus Anderson, luminându-se sub ecoul amintirii, când l-am întâlnit, alături de Witzke, în birourile lor, într-o dimineață ploioasă și mohorâtă de iunie. Au fost momente minunate.

L-am întrebat despre Gene Shoemaker, un om ce pare să fi fost universal respectat.

— Era un tip extraordinar, a răspuns Witzke fără ezitare. Dacă nu ar fi fost el, întregul proiect nu ar fi demarat niciodată. Chiar și cu sprijinul lui, a fost nevoie de doi ani pentru a-l urni și a-l pune pe picioare. Excavarea este o treabă costisitoare – pe atunci, peste o sută de dolari metrul, acum chiar mai mult, iar noi aveam nevoie să coborâm aproape un kilometru în adâncime.

— Uneori chiar mai mult de atât, a adăugat Anderson.

— Uneori chiar mai mult de atât, a fost de acord și Witzke. Și în locuri diferite. Așa că era vorba de o grămadă de bani. Cu siguranță mai mulți decât ne-ar fi permis bugetul nostru.

Așa că s-a format o colaborare între Comisia de Supraveghere Geologică din Iowa și Comisia de Supraveghere Geologică SUA.

— Cel puțin așa *credeam* noi, că este o colaborare, a spus Anderson afișând un mic zâmbet chinuit.

— A fost o experiență educativă pentru noi, a continuat Witzke. În acea perioadă, știința pune în circulație o grămadă de inexactități – oamenii se grăbeau să vină cu

rezultate care nu întotdeauna rezistau unei cercetări mai atente.

Unul dintre acele momente s-a petrecut la întâlnirea anuală a Uniunii Geofizice Americane din 1985, când Glenn Izett și C.L. Pillmore de la Institutul de Geologie al Statelor Unite au anunțat că, în opinia lor, craterul din Manson avea vârsta potrivită unei legături cu dispariția dinozaurilor. Declarația a atras o mare atenție din partea presei, dar, din nefericire, era prematură. O examinare mai atentă a datelor a arătat că Manson nu era doar prea mic, ci și cu nouă milioane de ani prea vechi.

Prima dată când Anderson sau Witzke au aflat de această piedică în carierele lor a fost atunci când au ajuns la o conferință în Dakota de Sud și au văzut că oamenii vin spre ei cu priviri compătimitoare și le spun: „Am auzit că v-ați pierdut craterul”. Pentru ei era o noutate faptul că Izett și ceilalți cercetători de la IGSU tocmai anunțaseră cifre revizuite care dezvăluiau că, în cele din urmă, craterul din Manson nu putea avea nicio legătură cu dispariția dinozaurilor.

— A fost năucitor, își amintește Anderson. Adică aveam acțiunea asta, care era foarte importantă, și apoi, brusc, nu mai era nimic. Dar cel mai rău a fost să ne dăm seama că oamenii cu care credeam că avem o colaborare nu s-au obosit să ne împărtășească descoperirile lor.

— De ce nu?

A ridicat din umeri.

— Cine știe? Oricum, a fost o demonstrație destul de grăitoare pentru cât de neplăcută poate deveni știința atunci când jocurile se fac la un anumit nivel.

Căutările au continuat prin alte părți. Din întâmplare, în 1990 unul dintre cercetătorii de la Universitatea din Arizona, Alan Hildebrand, s-a întâlnit cu un reporter de la *Houston Chronicle* care știa despre formațiunea extinsă și inexplicabilă în formă de inel, largă de 193 km și adâncă de 48 km, de sub Peninsula Yucatán din Mexic, la Chicxulub, în apropiere de orașul Progreso, la circa 950 km sud de New Orleans. Formațiunea fusese descoperită de compania petrolieră mexicană Pemex în 1952 – întâmplător, anul în care Gene Shoemaker vizitase pentru prima dată Craterul Meteoritului din Arizona –, dar geologii companiei ajunseseră la concluzia că era de origine vulcanică, în conformitate cu direcția predominantă de gândire a acelor zile. Hildebrand a vizitat situl și a decis destul de rapid că își găsiseră craterul. Până la începutul lui 1991, se stabilise că Chicxulub era punctul de impact și aproape toată lumea părea să se declare mulțumită.

Totuși, mulți oameni încă nu înțelegeau exact ce putea face un impact. Stephen Jay Gould își amintește într-unul din eseurile sale: „Îmi amintesc că, inițial, aveam dubii serioase în legătură cu eficacitatea unui astfel de eveniment... De ce un obiect cu un diametru de aproape zece kilometri ar trebui să provoace un asemenea dezastru pe o planetă cu un diametru de aproape treisprezece mii?”.

În ajutor le-a sărit un test natural aplicat teoriei la puțin timp după aceea, când soții Shoemaker și Levy au descoperit cometa Shoemaker-Levy 9, care, după cum au observat la scurt timp, se îndrepta către Jupiter. Pentru prima dată, oamenii urmau să fie martorii unei coliziuni cosmice și să o cerceteze atent, grație noului telescop spațial Hubble. Potrivit lui Curtis Peebles, majoritatea astronomilor nu se așteptau la

prea mult, deoarece cometa nu era o sferă compactă, ci un fascicul de douăzeci și unu de fragmente. Unul dintre acești astronomi scria: „Senzația mea este că Jupiter va înghiți aceste comete fără măcar să râgâie”. Cu o săptămână înainte de impact, în *Nature* a apărut un articol, „Se apropie marea sfârșială”, care prezicea că impactul nu avea să fie mai spectaculos decât o ploaie de meteoriți.

Impacturile au început la 16 iulie 1994, au continuat timp de o săptămână și au fost cu mult mai mari decât se aștepta toată lumea, poate cu excepția lui Gene Shoemaker. Un fragment, cunoscut sub numele de Nucleul G, a lovit cu forța a șase milioane de megatone – de șaptezeci și cinci de ori mai mare decât a tuturor armelor nucleare existente. Nucleul G nu avea decât dimensiunile unui mic munte, dar a lăsat pe suprafața lui Jupiter urme de mărimea Pământului. A fost ultima lovitură dată detractorilor teoriei Alvarez.

Luis Alvarez nu a aflat de descoperirea craterului de la Chicxulub sau de cometa Shoemaker-Levy, pentru că a murit în 1988. Și Shoemaker a murit de timpuriu. La a treia aniversare a coliziunii de pe Jupiter, el și soția sa se aflau în deșertul australian, unde se duceau în fiecare an în căutarea unor puncte de impact. Pe un drum din deșertul Tanami – în mod normal, unul dintre cele mai pustii locuri de pe Pământ – au ajuns în dreptul unei mici înălțimi chiar în momentul în care, din sens invers, se apropia un alt vehicul. Shoemaker a fost ucis pe loc, iar soția sa rănită. O parte din cenușa sa a fost trimisă pe Lună la bordul navei spațiale Lunar Prospector. Restul a fost împrăștiat în Craterul Meteoritului.

Anderson și Witzke nu mai aveau craterul care ucisese dinozaurii, „dar încă aveam cel mai mare și mai bine conservat crater de impact din partea continentală a SUA”, a spus Anderson. (Este nevoie de puțină măiestrie verbală pentru a menține statutul de superlativ al craterului din Manson; alte cratere sunt mai mari – în principal, Chesapeake Bay, recunoscut ca punct de impact în 1994 –, dar sunt fie departe de continent, fie deformate.)

— Chicxulub este îngropat sub doi sau trei kilometri de calcar și în mare parte dincolo de țărm, motiv pentru care este greu de studiat, a continuat Anderson, în vreme ce Manson este chiar foarte accesibil. Și tocmai pentru că este îngropat, s-a păstrat relativ bine prin comparație.

I-am întrebat cât timp am avea la dispoziție dacă o bucată de rocă asemănătoare s-ar îndrepta astăzi către noi.

— Probabil că deloc, a spus Anderson evaziv. Nu ar fi vizibilă cu ochiul liber până când nu s-ar încălzi, iar aceasta nu s-ar întâmpla decât când ar intra în atmosferă, ceea ce înseamnă cu o secundă înainte să lovească Pământul. Vorbim despre ceva care se mișcă de multe zeci de ori mai repede decât cel mai rapid glonț. Dacă nu a fost observat de cineva cu un telescop, iar aceasta este greu de presupus că se va întâmpla, ne ia complet pe nepregătite.

Forța cu care lovește un obiect de impact depinde de o mulțime de variabile – unghiul de lovire, viteza și traiectoria, dacă este o coliziune frontală sau laterală, masa și densitatea obiectului de impact, între multe altele –, dar nu putem afla niciuna dintre acestea la atâtea milioane de ani după impact. Ceea ce pot face cercetătorii – iar Anderson și Witzke au și făcut – este să măsoare situl impactului și să calculeze

cantitatea de energie eliberată. Pornind de la aceasta, ei pot crea scenarii plauzibile despre cum s-au petrecut lucrurile – sau, mai înfricoșător, cum s-ar petrece, dacă s-ar întâmpla așa ceva acum.

Un asteroid sau o cometă care călătorește cu viteze cosmice ar intra în atmosfera Pământului cu o asemenea viteză, încât aerul nu s-ar putea da la o parte și ar fi comprimat ca într-o pompă de bicicletă. După cum știe oricine a folosit o asemenea pompă, aerul comprimat se încălzește rapid, iar temperatura ar ajunge până la 60.000 de grade Kelvin sau de zece ori temperatura de pe suprafața Soarelui. În aceeași secundă a intrării sale în atmosfera noastră, totul în calea meteorului – oameni, case, fabrici, mașini – s-ar strânge și ar dispărea, topindu-se asemenea celofanului pus la flacără.

La o secundă după intrarea în atmosferă, meteoritul s-ar izbi de suprafața Pământului în locul în care oamenii din Manson, cu doar un moment înainte, își vedeau de treburile lor. Meteoritul însuși s-ar vaporiza pe loc, dar izbitura ar arunca în aer o mie de kilometri cubi de rocă, pământ și gaze supraîncălzite. Orice ființă vie de pe o rază de două sute cincizeci de kilometri care nu a fost ucisă de căldura din momentul intrării în atmosferă ar fi acum ucisă de suflul exploziei. Unda inițială de șoc, radiind spre exterior aproape cu viteza luminii, ar mătura totul în cale.

Pentru cei din afara zonei de devastare imediată, prima străfulgerare a catastrofei ar fi ca o strălucire de lumină orbitoare – mai aprinsă decât tot ce a văzut ochiul uman vreodată –, urmată de un tablou apocaliptic de o inimaginabilă grandoare, la cel mult un minut sau două distanță: un zid fremătător de întuneric, înălțându-se spre cer,

umplând orizontul și călătorind cu mii de kilometri pe oră. Se apropie într-o tăcere asurzitoare, ca un film rămas brusc fără sonor; se mișcă mult mai repede decât viteza sunetului. O persoană aflată într-o clădire înaltă din Omaha sau Des Moines, de exemplu, care s-ar uita din întâmplare în direcția corectă ar vedea un năucitor vâl, ca o furtună, urmat de neantul instantaneu.

În doar câteva minute, pe o arie întinzându-se de la Denver la Detroit și cuprinzând ceea ce va fi fost cândva Chicago, St. Louis, Kansas City, Orașele Gemene^{*2} – pe scurt, întregul Midwest –, aproape orice obiect vertical ar fi făcut una cu pământul sau ar arde în flăcări și aproape toate ființele vii ar fi moarte. Oamenii de pe o rază de până la 1.500 km ar fi smulși de pe loc și făcuți bucăți sau striviți de o avalanșă de proiectile zburătoare. Dincolo de limita celor 1.500 km, devastările exploziei s-ar diminua treptat.

Dar aceasta este doar unda de șoc inițială. Nu putem decât presupune care ar fi pagubele colaterale, dincolo de aprecierea că ar fi teribile și globale. Impactul ar declanșa aproape sigur o serie de cutremure devastatoare. Vulcanii de pe întreg globul ar începe să se zgâlțâie și să scuie foc. Tsunamiuri s-ar ridica vuind și ar porni ucigătoare spre țărmuri îndepărtate. În mai puțin de o oră, un nor de întuneric ar acoperi pământul, iar roca în flăcări și celelalte deșeuri ar cădea în rafale pretutindeni, presărând planeta cu scânteii. S-a estimat că cel puțin un miliard și jumătate de oameni ar muri înainte de finalul primei zile. Pagubele masive provocate ionosferei ar distruge sistemele de comunicații de peste tot, iar supraviețuitorii nu ar avea nici cea mai vagă idee ce se întâmplă prin alte părți și încotro să se

îndrepte. Aproape că nici nu ar conta, după cum spunea un comentator, „fuga ar însemna doar să alegi o moarte lentă în locul uneia rapide. Numărul morților ar fi foarte puțin influențat de orice posibil efort de deplasare, întrucât capacitatea Pământului de a susține viața ar fi universal diminuată”.

Cantitatea de funingine și cenușă din atmosferă rezultată în urma impactului și a incendiilor inevitabile cu siguranță ar întuneca vederea soarelui câteva luni sau ani, întrerupând ciclurile de creștere. În 2001 cercetătorii de la California Institute of Technology au analizat izotopii de heliu din sedimente rămase de la impactul KT întârziat și au ajuns la concluzia că a afectat clima Pământului timp de circa zece mii de ani. Ea a fost folosită ca dovadă în sprijinul ideii că dispariția dinozaurilor a fost bruscă și dramatică – și chiar așa a fost, în termeni geologici. Noi putem doar să presupunem dacă și cât de bine ar face față umanitatea unui astfel de eveniment.

În orice caz, nu uitați că așa ceva ar putea cădea pe neașteptate, din senin.

Dar să presupunem că am vedea obiectul venind: ce am face? Toată lumea crede că am trimite un focos nuclear și l-am împrăștia în fărâme. Însă ideea pune câteva probleme. În primul rând, după cum remarca John S. Lewis, rachetele noastre nu sunt concepute pentru acțiune în spațiu. Nu au forța necesară pentru a depăși gravitația Pământului și, chiar dacă ar avea-o, nu există mecanisme care să le ghideze prin zeci de milioane de kilometri de spațiu. Cât despre trimiterea unei nave cu niște cowboy spațiali care să ne rezolve problema, ca în filmul *Armageddon*, nici nu se pune problema;

noi nu mai avem nici măcar o rachetă suficient de puternică pentru a trimite oamenii până pe Lună. Ultima rachetă care a putut face acest lucru, Saturn 5, a fost retrasă cu ani în urmă și nu a mai fost înlocuită. În plus, nici nu am putea construi rapid una nouă, deoarece, stupefacție!, planurile pentru lansatoarele lui Saturn au fost distruse într-o curățenie de primăvară de la NASA.

Și chiar dacă am reuși cumva să tragem cu un focos în asteroid și să-l facem bucățele, sunt mari șanse să îl transformăm într-o serie de pietroaie care ar cădea unul după altul peste noi, cam în felul în care a căzut cometa Shoemaker-Levy pe Jupiter – cu diferența că acum pietroaiele ar fi puternic radioactive. Tom Gehrels, un vânător de asteroizi de la University of Arizona, consideră că niciun avertisment de un an nu ar fi probabil suficient pentru a întreprinde acțiunile necesare. Șansele cele mai mari sunt să nu vedem nimic – nici măcar o cometă – până când nu ar fi la circa șase luni depărtare, adică mult prea târziu. Shoemaker-Levy 9 a orbitat în jurul lui Jupiter într-o manieră destul de suspectă începând cu 1929, dar a trecut mai mult de jumătate de secol până s-o observe cineva.

Întrucât aceste lucruri sunt atât de greu de calculat și trebuie să includă marje de eroare atât de semnificative, chiar dacă am ști că un obiect se îndreaptă către noi, nu am putea ști până aproape de deznodământ – ultimele două săptămâni, în orice caz – dacă ciocnirea este sigură sau nu. În cea mai mare parte a timpului în care obiectul s-ar apropia de noi, ne-am afla într-un fel de con de nesiguranță. Ar fi însă cele mai interesante luni din istoria lumii. Și imaginați-vă ce petrecere s-ar încinge dacă ar trece fără să ne atingă.

— Cât de des are loc ceva asemănător impactului de la Manson? i-am întrebat pe Anderson și pe Witzke înainte să plec.

— Cam o dată la un milion de ani, mi-a răspuns Witzke.

— Și nu uita, acesta a fost un eveniment relativ minor. Ai idee câte dispariții de specii au fost asociate cu impactul de la Manson? a adăugat Anderson.

— Habar n-am, am spus eu.

— Niciuna, mi-a replicat el cu un ciudat aer de satisfacție. Nici măcar una.

Firește, au adăugat Witzke și Anderson în grabă și aproape la unison, o bună parte a Pământului va fi fost devastată, așa cum am descris mai sus, și pe sute de kilometri în jurul zonei zero totul a fost anihilat. Dar viața este tenace, iar atunci când fumul s-a împrăștiat, au rămas suficienți supraviețuitori norocoși, din fiecare specie, pentru ca niciuna să nu piară definitiv.

Vestea cea bună este, aparent, că speciile nu dispar chiar atât de ușor. Vestea proastă este că nu te poți încrede niciodată orbește în vestea bună. Și mai rău este faptul că nu avem nevoie să căutăm în spațiu pericolul nimicitor. După cum vom vedea în continuare, Pământul ne poate asigura pericole suficient de mari.

*1 Este KT, și nu CT, deoarece C a fost deja atribuit cambrianului. În funcție de sursa citată, *K* provine fie de la grecescul *kreta*, fie de la nemțescul *Kreide*. Amândouă, din fericire, înseamnă „cretă”, adică exact sensul lui *cretacic*.

*2 Minneapolis și St. Paul, din statul american Minnesota (n.tr.).

Capitolul 14

Focul din adâncuri

În vara lui 1971, un tânăr geolog pe nume Mike Voorhies făcea cercetări pe un teren agricol mănos din estul Nebraskăi, nu departe de orașelul Orchard, unde crescuse. Trecând pe lângă o viroagă mai abruptă, a observat o strălucire ciudată în desișul de deasupra și s-a cățărat până acolo să vadă despre ce era vorba. A găsit craniul perfect conservat al unui rinocer tânăr adus la suprafață și curățat de ploile torențiale recente.

Câțiva metri mai în spate se afla unul dintre cele mai extraordinare depozite de fosile descoperite vreodată în America de Nord, după cum avea să se dovedească: bazinul unei ape, acum sec, care servise drept groapă comună pentru zeci de animale – rinoceri, cai asemănători zebrelor, căprioare cu dinți sabie, cămile, țestoase. Toate muriseră în urma unui cataclism misterios cu aproape douăsprezece milioane de ani în urmă, într-o vreme cunoscută în geologie drept miocen. Pe atunci, Nebraska se afla pe o câmpie vastă și fierbinte, foarte asemănătoare cu Serengeti din Africa de astăzi. Animalele fuseseră descoperite îngropate sub un strat de cenușă vulcanică de până la trei metri adâncime. Partea interesantă era că în Nebraska nu au existat niciodată vulcani.

Astăzi, locul descoperirii lui Voorhies este numit Ashfall Fossil Beds State Park (Parcul Național al Depozitelor Fosile de la Ashfall). E dotat cu un centru pentru vizitatori și cu un muzeu, noi-nouțe și foarte cochete, cu exponate atent selectate din geologia Nebraskăi și din istoria depozitelor de fosile. Centrul are un laborator prevăzut cu un perete de sticlă, prin care vizitatorii îi pot urmări pe paleontologi curățând oasele. În dimineața în care am trecut eu pe acolo, în laborator lucra un singur individ, grizonant, cu o față veselă, îmbrăcat într-o cămașă albastră, pe care l-am recunoscut ca fiind Mike Voorhies dintr-un documentar de pe BBC, *Horizon*, în care apăruse și el. La Ashfall Fossil Beds State Park nu ajunge un număr prea mare de vizitatori – este cam în mijlocul pustietății –, iar Voorhies s-a arătat încântat să-mi fie ghid. M-a dus în locul în care făcuse descoperirea, deasupra unei vâlcele, la aproximativ șase metri înălțime.

— N-ar fi avut nicio noimă să cauți oase pe aici, mi-a spus el fericit. Dar eu nu căutam oase. Pe atunci aveam în cap să întocmesc o hartă geologică a estului Nebraskăi și nu făceam decât să mă învârt prin locurile astea. Dacă nu aș fi urcat până deasupra acestei vâlcele sau dacă ploaia nu ar fi adus la suprafață craniul, aș fi trecut liniștit mai departe și nu s-ar fi descoperit nimic niciodată.

Mi-a arătat un intrând acoperit din apropiere, care devenise principalul loc de excavații. Acolo fuseseră descoperite, zăcând de-a valma, circa două sute de animale.

L-am întrebat de ce credea că nu avea nicio noimă să cauți oase pe acolo.

— Păi, atunci când cauți oase, ai nevoie de roci descoperite. De aceea paleontologia se face mai ales în locuri calde și

uscate. Asta nu înseamnă că acolo există mai multe oase. Doar că acolo ai șanse mai mari să le vezi – și, cu un gest larg, arătând spre vasta prerie monotonă, a continuat. Într-un loc ca acesta, nici nu știi de unde să începi. S-ar putea afla lucruri minunate, dar nu avem niciun fel de indicii de suprafață care să ne arate de unde să pornim.

La început, s-a crezut că animalele fuseseră îngropate de vii, iar Voorhies chiar declarase acest lucru într-un articol din 1981, în *National Geographic*.

— Articolul a botezat locul „un Pompei al animalelor preistorice”, mi-a spus el, o alegere destul de nefericită, deoarece imediat după aceea ne-am dat seama că animalele nu muriseră deloc brusc. Toate sufereau de ceva numit osteodistrofie pulmonară hipertrofică, ceva de care te îmbolnăvești dacă respiri cenușă abrazivă în exces – și probabil că ele au înghițit din belșug, deoarece cenușa era groasă de câțiva metri pe o întindere de sute de kilometri.

A luat de jos un bulgăre de țărână cenușie, care aducea cu argila, și mi l-a sfărâmat în mână. Era ca o pulbere, doar că mai grunjoasă.

— Cam neplăcut, dacă trebuie să respiri așa ceva, a continuat el, pentru că este foarte fină, dar o simți destul de acut. În orice caz, se pare că au ajuns în acest ochi de apă căutând puțină alinare și au murit în suferință. Cenușa probabil că a distrus totul. A îngropat toată iarba și a acoperit fiecare frunză, iar apa a devenit un mâl gri, imposibil de băut. Probabil că nu a fost deloc ușor.

Documentarul *Horizon* sugerase că existența unei cantități atât de mari de cenușă în Nebraska era surprinzătoare. În realitate, enormele depozite de cenușă din Nebraska erau

cunoscute de foarte multă vreme. De aproape un secol, erau exploatate pentru a fabrica prafuri menajere de curăţat, precum Comet sau Ajax. Surprinzător era, în schimb, faptul că nimeni nu se gândise vreodată să cerceteze de unde provenea toată cenuşa aceea.

— Mi-e cam jenă să-ţi mărturisesc, mi-a spus Voorhies cu un zâmbet fugar, că prima dată m-am gândit la asta când m-a întrebat un redactor de la *National Geographic* de unde provine cenuşa, iar eu a trebuit să-i spun că nu ştiu. De fapt, nimeni nu ştia.

Voorhies le-a trimis mostre colegilor din tot vestul Statelor Unite, întrebându-i dacă recunosc în vreun fel materialul. Câteva luni mai târziu, un geolog pe nume Bill Bonnichsen, de la Institutul Geologic Idaho a luat legătura cu el, informându-l că cenuşa se potrivea cu un strat vulcanic dintr-un loc numit Bruneau-Jarbidge din sud-vestul statului Idaho. Evenimentul care ucisese animalele de câmpie din Nebraska fusese o explozie vulcanică de dimensiuni pe care nimeni nu şi le închipuisese vreodată, dar suficient de mare pentru a lăsa în urmă un strat de cenuşă de trei metri adâncime la o mie şase sute de kilometri depărtare, în estul Nebraskăi. S-a dovedit că sub vestul Statelor Unite se afla un enorm cazan de magmă, un colosal centru de activitate vulcanică, ce erupea, provocând cataclisme cam la fiecare 600.000 de ani. Ultima mare erupţie de acest fel a avut loc cu puţin peste 600.000 de ani în urmă. Punctul nevralgic se află încă acolo. Astăzi îl numim Parcul Naţional Yellowstone.

Ştim uimitor de puţine lucruri despre ceea ce se întâmplă chiar sub picioarele noastre. Este remarcabil să ne gândim că

Ford construiește mașini și comisiile Nobel acordă premii de mai multă vreme de când știm că Pământul are un nucleu. Și, firește, a trecut mai puțin de o generație de când ne-am obișnuit cu ideea că toate continentele se mișcă pe suprafața planetei precum nuferii pe apă. „Oricât de ciudat ar părea”, scria Richard Feynman, „înțelegem distribuția materiei în interiorul Soarelui mult mai bine decât înțelegem interiorul pământului”.

Distanța de la suprafața Pământului până în mijlocul lui este de 6.370 km, ceea ce nu înseamnă prea mult. S-a calculat că, dacă s-ar săpa un puț până în centrul lui și s-ar arunca o cărămidă în el, aceasta ar ajunge la fund în numai patruzeci și cinci de minute (numai că, în acel moment, nu ar mai avea nicio greutate, deoarece întreaga gravitație a Pământului s-ar afla deasupra și în jurul ei, și nu dedesubt). Încercările noastre de a pătrunde către centrul Pământului au fost modeste. Una sau două mine aurifere din Africa de Sud ajung până la o adâncime de peste trei kilometri, dar majoritatea minelor nu merg mai mult de 400 m în adâncime. Dacă planeta ar fi un măr, până acum nu am fi reușit să trecem nici măcar de coajă. De fapt, până acolo mai avem cale lungă.

Până cu aproape un secol în urmă, cele mai informate minți științifice știau despre interiorul Pământului cam tot atâtea câte știa un miner dintr-o exploatare de cărbune: că puteai săpa prin sol o vreme, după care dădeai de rocă, și asta era tot. Apoi, în 1906, un geolog irlandez pe nume R.D. Oldham, în timp ce examina niște date seismografice ale unui cutremur din Guatemala, a remarcat că anumite unde de șoc pătrunseseră adânc în interiorul Pământului și apoi ricoșaseră într-un unghi, de parcă s-ar fi lovit de o barieră. Din

asta a dedus el că Pământul are un nucleu. Trei ani mai târziu, un seismolog croat pe nume Andrija Mohorovičić studia graficele unui cutremur din Zagreb, când a remarcat o respingere similară, la fel de ciudată, dar la un nivel mai apropiat de suprafață. El descoperise granița dintre scoarță și stratul imediat inferior, mantaua; această zonă este cunoscută de atunci încolo sub numele de discontinuitatea Mohorovičić – sau Moho, mai pe scurt.

Începeam să căpătăm o idee vagă despre interiorul stratificat al Pământului – dar să reținem că era foarte vagă. Abia în 1936, un cercetător danez pe nume Inge Lehmann, care studia înregistrările seismografice ale cutremurelor din Noua Zeelandă, a descoperit că în realitate existau două nuclee – unul interior, despre care acum credem că ar fi solid, și unul exterior (cel pe care îl detectase Oldham), despre care se crede că este lichid și că ar fi sursa magnetismului.

Și, cam în același timp în care Lehmann detalia cunoștințele noastre elementare despre interiorul Pământului studiind undele seismice ale cutremurelor de pământ, doi geologi de la Caltech, din California, inventau o cale de a face comparații între un cutremur și altul. Cei doi erau Charles Richter și Beno Gutenberg, deși, din motive care nu au nimic de-a face cu etica, scara a devenit aproape imediat cunoscută numai cu numele lui Richter. (Motivele nu aveau de-a face nici cu Richter, de altfel. Un personaj modest, acesta nu s-a referit niciodată la scară folosind propriul nume, ci întotdeauna a numit-o „scara de magnitudine”.)

Scara Richter a fost dintotdeauna înțeleasă anapoda de necunoscători; poate în prezent nu într-o măsură atât de mare ca în zilele sale de început, când vizitatorii veneau adesea în

biroul lui Richter și îi cereau să vadă faimoasa scară, crezând că este vreun fel de mașinărie. Evident că scara este mai mult o idee decât un obiect, o unitate de măsură arbitrară a zgâlțâielilor Pământului, bazată pe măsurători făcute de la suprafață. Intensitatea măsurată crește exponențial, astfel încât un cutremur de 7,3 este de cincizeci de ori mai puternic decât un cutremur de 6,3 și de două mii cinci sute de ori mai puternic decât unul de 5,3.

Teoretic, cel puțin, nu există o limită superioară până la care poate ajunge un cutremur – și, de altfel, nici una inferioară. Scara este pur și simplu o unitate de măsură a forței, dar nu spune nimic despre daunele provocate. Un cutremur de magnitudine 7, care are loc la mare adâncime în manta – să spunem, la 650 km adâncime –, s-ar putea să nu producă niciun fel de pagube la suprafață, în vreme ce unul cu mult mai mic, dar care are loc la șase sau șapte kilometri sub suprafață ar putea produce adevărate devastări pe zone întinse. Depinde, de asemenea, foarte mult și de natura subsolului, de durata zgâlțâielii, de frecvența și intensitatea replicilor și de structura fizică a zonei afectate. Aceasta înseamnă că cele mai de temut cutremure nu sunt neapărat cele mai puternice, deși forța are, evident, un cuvânt greu de spus.

Cel mai mare cutremur de pământ de la inventarea scării a fost (în funcție de sursa pe care preferați să o credeți) fie unul cu epicentrul în Prince William Sound, în Alaska, din martie 1964, care a avut 9,2 grade pe scara Richter, fie unul din Oceanul Pacific, pe lângă coasta chiliană, din 1960, care inițial a fost înregistrat cu o magnitudine de 8,6, iar apoi reîncadrat de unele autorități în materie (inclusiv US Geological Survey)

până la enorma cifră de 9,5. După cum puteți deduce, măsurarea cutremurelor nu este o știință exactă, mai ales când se bazează pe interpretarea unor date din locuri îndepărtate. În orice caz, ambele cutremure au fost foarte puternice. Cutremurul din 1960 nu numai că a produs pagube extinse de-a lungul coastei Americii de Sud, dar a și declanșat un tsunami gigantic, care s-a rostogolit aproape 10.000 km prin Pacific și a măturat aproape întregul centru al orașului Hilo din Hawaii, distrugând 500 de clădiri și făcând 60 de victime. Talazuri asemănătoare au luat ca tribut și alte vieți omenești, pe distanțe considerabile, până în Japonia și Filipine.

Însă, în privința amplitudinii distrugerilor propriu-zise, probabil că cel mai intens cutremur din istoria cunoscută nouă a fost cel care a lovit – și practic a făcut praf – Lisabona, în Portugalia, de Sărbătoarea Tuturor Sfinților (1 noiembrie), în 1755. Cu puțin înainte de ora zece dimineața, orașul a fost lovit de o zdruncinătură laterală, acum estimată la o magnitudine de 9, și apoi scuturat sălbatic vreme de șapte minute. Când, în sfârșit, mișcarea a încetat, supraviețuitorii au respirat ușurați vreme de numai trei minute, înainte să-i lovească al doilea șoc, doar cu puțin mai blând decât primul. O a treia și ultimă replică a urmat după două ore. Forța convulsivă a fost atât de mare, încât apa a ieșit din portul orașului și s-a întors deasupra lui într-un val de peste 15 m, pentru a agrava dezastrul. La finalul întregului cataclism, muriseră 60.000 de oameni și absolut toate clădirile pe o rază de mulți kilometri se preschimbaseră în mormane de moloz. Prin comparație, cutremurul din San Francisco din 1906 a fost

estimat la 7,8 pe scara Richter și a durat mai puțin de treizeci de secunde.

Cutremurele de pământ sunt destul de frecvente. În medie, în fiecare zi, undeva pe glob au loc două cutremure de magnitudine 2 sau mai mare, suficient cât să zdruncine zdravăn pe oricine se află prin preajmă. Deși au tendința să se adune în unele locuri – în principal, în jurul marginilor Pacificului –, ele pot apărea aproape oriunde. În Statele Unite, numai Florida, estul Texasului și nordul Midwestului par – până acum – să fie aproape complet imune. New England a cunoscut două cutremure de 6 sau mai mult în ultimii două sute de ani. În aprilie 2002, regiunea a trecut printr-o scuturătură de 5,1 magnitudine într-un cutremur din apropiere de Lake Champlain, de la granița dintre New York și Vermont, provocând daune locale extinse și (sunt martor) aruncând tablourile de pe pereți sau copiii din pătuțuri chiar și în New Hampshire.

Cele mai frecvente tipuri de cutremure sunt cele în care se ciocnesc două plăci, cum este cazul în California, de-a lungul faliei San Andreas. Cum plăcile se împing una în cealaltă, tensiunea crește până când una dintre ele cedează. În general, cu cât intervalul dintre cutremure este mai mare, cu atât presiunea crește, măsurându-se și probabilitatea unei scuturături zdravene. Motiv de îngrijorare deosebită pentru Tokyo, pe care Bill McGuire, specialist în cataclisme la University College London, îl descrie drept „orașul care așteaptă să moară” (un motto pe care nu-l veți găsi prin broșurile prea multor agenții turistice). Tokyo se află la punctul de întâlnire a trei plăci tectonice, într-o țară deja bine-

cunoscută pentru instabilitatea sa seismică. În 1995, după cum vă amintiți, orașul Kobe, la aproape 500 km vest, a fost lovit de un cutremur cu magnitudinea 7,2, care a ucis 6.394 de persoane. Dezastrul a fost estimat la 99 de miliarde de dolari. Dar acesta a fost o nimica toată – mă rog, oarecum – în comparație cu ce s-ar putea întâmpla la Tokyo.

Tokyo a suferit deja unul dintre cele mai devastatoare cutremure din timpurile moderne. La 1 septembrie 1923, chiar înainte de prânz, orașul a fost lovit de cutremurul cunoscut sub numele de Marele Kanto – un eveniment de zece ori mai puternic decât cutremurul din Kobe. Au fost uciși 200.000 de oameni. De atunci încolo, Tokyo a fost liniștit, o liniște care îți dă fiori, pentru că tensiunea de sub pământ se tot adună de peste optzeci de ani. În cele din urmă, ea va trebui să erupă. În 1923, Tokyo avea o populație de circa trei milioane. Astăzi, se apropie de treizeci de milioane. Nimeni nu-și dorește să anticipeze cam câți oameni ar muri, dar potențialele costuri economice au fost evaluate la aproximativ șapte trilioane de dolari.

Chiar mai supărătoare, pentru că sunt mai puțin înțelese și pot apărea oriunde, în orice moment, sunt mișcările mai rare cunoscute drept cutremure din mijlocul plăcilor. Acestea au loc departe de margini, de aceea sunt complet imprevizibile. Și, pentru că vin de la o adâncime mult mai mare, au tendința să se propage pe arii mult mai largi. Cele mai cunoscute astfel de cutremure care au lovit vreodată Statele Unite au fost într-o serie de trei, în New Madrid, din statul Missouri, în iarna 1811-1812. Aventura a început la 16 decembrie, imediat după miezul nopții, când locuitorii au fost treziți mai întâi de zgomotul făcut de animalele de la ferme, panicate (neliniștea

animalelor de dinaintea cutremurelor nu este doar o poveste, ci un fapt dovedit, doar că rămas neînțeles), și apoi de un zgomot puternic, ca de ruptură, din interiorul Pământului. Când au ieșit din case, localnicii au văzut că pământul se rostogolește în valuri înalte de până la un metru și se deschide în fisuri de mai mulți metri adâncime. Aerul era îmbibat cu un miros greu de sulf. Scuturătura a durat patru minute, provocând efecte devastatoare, după cum era de așteptat, asupra proprietăților. Printre martori se număra artistul John James Audubon, care se afla întâmplător în acea zonă. Cutremurul a radiat în exterior cu o asemenea forță, încât a dărâmat coșurile de pe casele din Cincinnati, la peste 600 km depărtare, și, potrivit unei relatări, „a distrus bărcile din porturile de pe coasta de est și... chiar a dărâmat schelele ridicate în jurul clădirii Capitoliului din Washington, D.C.”. Pe 23 ianuarie și 4 februarie au urmat alte cutremure de magnitudini similare. De atunci încolo, New Madrid este liniștit – dar deloc surprinzător, de vreme ce astfel de episoade nu au fost observate de două ori în același loc. Din câte știm noi, sunt la fel de aleatorii ca și fulgerele. Următorul ar putea fi sub Chicago, Paris sau Kinshasa. Nimeni nu poate nici măcar încerca să ghicească. Dar ce anume provoacă aceste rupturi masive din interiorul plăcilor? Ceva din adâncul Pământului. Mai mult de atât nu știm.

Până prin anii 1960, frustrarea cercetătorilor față de puținătatea datelor despre interiorul Pământului crescuse suficient de mult, încât aceștia să se hotărască să încerce să facă ceva în această direcție. Mai exact, le-a venit ideea să sape prin bazinul oceanic (scoarța continentală fiind prea

groasă) spre discontinuitatea Moho și să extragă o bucată din mantaua Pământului, pentru a o examina în voie. Logica era că, dacă ar putea înțelege natura rocilor din interiorul Pământului, ar putea începe să înțeleagă și cum interacționează acestea și, astfel, chiar să prezică cutremurele și alte evenimente neplăcute.

Inevitabil, proiectul a fost botezat Groapa Moho și a reprezentat un dezastru aproape complet. Sperau să coboare o mașină printr-un strat de peste 4.000 m de apă din Oceanul Pacific, lângă coasta Mexicului, și să sape aproximativ 5 km printr-o crustă de rocă relativ subțire. Să încerci să forezi în ape deschise, de pe o navă, este, după formularea unui oceanograf, „ca și cum ai încerca să sapi o groapă în trotuarul din New York de pe acoperișul zgârie-noriului Empire State Building folosind o macaroană”. Toate încercările au eșuat. Maximul la care au ajuns a fost de aproximativ 180 m. Groapa Moho a devenit cunoscută sub numele de Groapa-către-nicăieri. În 1966, exasperat de costurile tot mai mari și de lipsa rezultatelor, Congresul a pus capăt proiectului.

Patru ani mai târziu, cercetătorii sovietici au decis să își încerce și ei norocul pe pământ uscat. Au ales un loc din Peninsula Kola, în Rusia, în apropiere de granița finlandeză, și au pornit la lucru în speranța că vor săpa până la o adâncime de 15 km. Munca s-a dovedit mai grea decât își închipuiseră, dar sovieticii dădeau dovadă de o tenacitate demnă de toată lauda. Când au renunțat, într-un final, după nouăsprezece ani, săpaseră până la adâncimea de 12.262 m. Și să nu uităm că scoarța Pământului reprezintă numai circa 0,3% din volumul planetei și că groapa din Kola nu a străpuns nici măcar până

la o treime din scoarță, așa că suntem departe de a pretinde că am cucerit interiorul planetei.

Dar, dincolo de dimensiunile modeste ale gropii, aproape tot ce a dezvăluit aceasta i-a surprins pe cercetători. Studiile pe baza undelor seismice îi determinaseră să prezică, și chiar cu destulă certitudine, că aveau să descopere roci sedimentare până la circa 4,7 km adâncime, urmate de granit pe următorii 2,3 km și bazalt de acolo în jos. În realitate, stratul sedimentar s-a dovedit a fi cu 50% mai adânc decât cel anticipat, iar stratul de bazalt nu a fost găsit deloc. În plus, atmosfera de acolo, de jos, era cu mult mai caldă decât se așteptase cineva: 180 °C la 10 km adâncime, aproape de două ori peste nivelul prevăzut. Cel mai surprinzător era faptul că roca din adâncime era saturată de apă – ceva ce nu se credea a fi posibil.

Întrucât nu putem vedea prin pământ, trebuie să folosim alte tehnici, care înseamnă în principal interpretarea undelor ce trec prin interior, pentru a afla ce se petrece acolo. Știm câte ceva despre manta din cunoștințele despre filoanele de kimberlit, în care se formează diamantele. În adâncul pământului are loc o explozie care trimite un proiectil de magmă spre suprafață cu viteze supersonice. Evenimentul are loc absolut aleatoriu. O conductă de kimberlit ar putea erupe sub grădina dumneavoastră chiar în timp ce citiți aceste rânduri. Întrucât urcă de la asemenea adâncimi – de până la 200 km –, exploziile aduc spre suprafață tot felul de materiale care, în mod normal, nu se găsesc la suprafață sau aproape de ea: o rocă numită peridotit, cristale de olivină și, din vreme în vreme, cam la o explozie dintr-o sută, diamante. În proiectilele trimise la suprafață din expulzările de kimberlit urcă o

cantitate mare de carbon, dar cea mai mare parte este vaporizat sau se transformă în grafit. Se întâmplă extrem de rar ca o mână de kimberlit aruncat la viteza potrivită și răcit cu rapiditatea necesară să devină diamant. Un astfel de filon a transformat Johannesburgul în cel mai productiv centru de exploatare a diamantelor din lume, dar ar putea exista altele, chiar mai mari, despre care să nu știm. Geologii știu că undeva în nord-estul Indianei există dovezi despre un filon sau un grup de filoane care ar putea fi colosale. Diamante de până la douăzeci de carate sau mai mult au fost descoperite prin diverse locuri din întreaga regiune. Dar nimeni nu a găsit sursa. După cum notează John McPhee, ar putea fi îngropate sub depozite glaciare, precum Craterul din Manson, Iowa, sau sub Marile Lacuri.

Și atunci, cât știm despre ceea ce se află în interiorul Pământului? Foarte puțin. În general, cercetătorii au căzut de acord că lumea de sub noi este alcătuită din patru straturi – o scoarță exterioară de rocă, o manta de rocă fierbinte, vâscoasă, un nucleu exterior lichid și un nucleu interior solid^{[*1](#)}. Știm că la suprafață domină silicații, care sunt destul de ușori și deci insuficienți pentru a explica densitatea generală a planetei. Prin urmare, trebuie să existe materiale mai grele în interior. Știm că, pentru a genera câmpul nostru magnetic, undeva, în interior, trebuie să existe o centură concentrată de elemente metalice în stare lichidă. Acest lucru este aproape universal acceptat. Aproape orice altceva – cum interacționează straturile, ce le face să se comporte așa cum se comportă, ce vor face în viitor – este cel puțin incert, dacă nu aproape necunoscut.

Chiar și partea pe care o putem vedea, scoarța, constituie un subiect de dezbatere destul de aprinsă. Aproape toate textele de geologie spun că scoarța continentală este groasă de 5 până la 10 km sub oceane, de circa 40 km sub continente și de 65 până la 95 km sub marile lanțuri muntoase, dar aceste generalizări ascund numeroase variabile. Scoarța de sub Munții Sierra Nevada, de exemplu, este groasă de numai 30 până la 40 km și nimeni nu știe de ce. După toate legile geofizicii, Sierra Nevada ar trebui să se scufunde ca și cum s-ar afla pe nisipuri mișcătoare (iar unii chiar cred că se scufundă).

Întrebările legate de când și cum și-a format Pământul scoarța împart geologii în două tabere mari: cei care cred că s-a întâmplat brusc, la începutul istoriei Pământului, și cei care cred că s-a întâmplat treptat și relativ târziu. Intensitatea sentimentelor atinge cote înalte în jurul acestor probleme. Richard Armstrong de la Yale a propus în anii 1960 o teorie a apariției bruște timpurii, apoi și-a petrecut întreaga carieră certându-se cu cei care nu erau de acord cu el. A murit de cancer în 1991, dar cu puțin timp înainte să moară „s-a dezlănțuit împotriva criticilor săi într-o polemică apărută într-o publicație de științele Pământului din Australia, în care îi acuza de perpetuarea unor mituri”, potrivit unei relatări din revista *Earth* din 1998. „A murit cu amărăciune în suflet”, declara un coleg.

Scoarța și partea superioară a mantalei sunt numite împreună litosferă (de la cuvântul grecesc *lithos*, care înseamnă „piatră”), care la rândul ei plutește deasupra unui strat de rocă mai moale, numit astenosferă (de la cuvintele

grecești care înseamnă „fără forță”), dar astfel de denumiri nu sunt niciodată pe deplin relevante. Dacă spui că litosfera plutește deasupra astenosferei, induci o măsură de lejeritate care nu este tocmai corectă. În același fel, este greșit să crezi că rocile plutesc așa cum știm noi că plutesc materialele pe orice suprafață. Rocile sunt vâscoase, dar numai în sensul în care spunem și despre sticlă că este vâscoasă. Poate că nu se vede, dar toată sticla de pe Pământ este trasă în jos sub presiunea neobosită a gravitației. Dacă scoateți un panou de sticlă foarte veche din fereastra unei catedrale europene, veți vedea cu ochiul liber că este mai groasă la bază decât la vârf^{*2}. Despre acest gen de „plutire” vorbim. Limba mică a unui ceas se mișcă de circa zece mii de ori mai repede decât „plutesc” rocile din manta.

Mișcările nu au loc doar lateral, așa cum se mișcă plăcile pe suprafață, ci și vertical, rocile ridicându-se și coborând prin procesul de amestecare cunoscut drept convecție. Convecția, ca proces, a fost dedusă pentru prima dată de către excentricul conte Von Rumford la finele secolului al XVIII-lea. Șase ani mai târziu, un vicar englez pe nume Osmond Fisher a prezis că interiorul Pământului ar putea fi suficient de fluid pentru ca substanța sa să se miște, dar a fost nevoie de foarte mult timp pentru ca această idee să își câștige adepți.

În jurul lui 1970, când și-au dat seama cam cât de agitată este viața în adâncuri, geofizicienii au resimțit un adevărat șoc. În cartea sa *Naked Earth: The New Geophysics* (Pământul nud: noua geofizică), Shawna Vogel scria: „A fost ca și cum cercetătorii și-ar fi petrecut decenii descoperind straturile atmosferei Pământului – troposfera, stratosfera etc. – și apoi, brusc, și-ar fi dat seama că există vântul”.

De atunci încolo, se tot derulează controversa legată de adâncimea procesului de convecție. Unii spun că începe la o adâncime de 650 km, alții, după 3.000 km. James Trefil a observat că problema provine din faptul că „există două seturi de date, din două discipline diferite, iar reconcilierea între cele două este imposibilă”. Geochimiștii spun că anumite elemente de pe suprafața planetei nu pot proveni din mantaua superioară, deci trebuie să vină din interiorul Pământului. Prin urmare, este evident că materialele din mantaua superioară și inferioară se amestecă măcar ocazional. Seismologii susțin că nu există dovezi care să ateste această teză.

Deci tot ce putem afirma este că, în drumul spre centrul Pământului, într-un punct oarecum greu de precizat, părăsim astenosfera și ne cufundăm în mantaua pură. Dacă ținem seama că aceasta reprezintă 82% din volumul Pământului și 65% din masa lui, atunci mantaua nu se bucură de prea multă atenție, în mare parte deoarece lucrurile care îi interesează pe cercetătorii Pământului, și pe cititori în general, au loc fie mai în profunzime (ca în cazul magnetismului), fie mai aproape de suprafață (ca în cazul cutremurelor). Știm că, la o adâncime de aproximativ 150 km, mantaua este formată în principal dintr-un tip de rocă numită peridotită, dar nu este prea sigur cu ce sunt umpluți următorii 2.650 km. Potrivit unei relatări din *Nature*, se pare că nu este peridotită. Mai mult de atât nu știm.

Sub manta se află cele două nuclee, unul solid, în interior, și unul lichid, în exterior. Este de la sine înțeles că tot ce știm noi despre natura acestor nuclee sunt cunoștințe indirecte, dar cercetătorii pot propune ipoteze în limite rezonabile. Ei știu că presiunea din centrul Pământului este suficient de

mare – de peste trei milioane de ori mai mare decât presiunile de la suprafață – pentru a solidifica orice rocă lichidă. De asemenea, știu din istoria Pământului (între alte indicii) că nucleul interior știe foarte bine să-și conserve căldura. Deși este doar o bănuială, se crede că, în peste patru miliarde de ani, temperatura nucleului nu a scăzut cu mai mult de 110 °C. Nimeni nu știe exact cât de fierbinte este nucleul Pământului, dar estimările se încadrează între peste 4.000 °C și peste 7.000 °C – cam la fel de fierbinte ca suprafața Soarelui.

Nucleul exterior este, în multe privințe, și mai puțin înțeles, deși toată lumea acceptă că este fluid și că acolo își are originea magnetismul. Teoria a fost expusă de E.C. Bullard de la Universitatea Cambridge în 1949 și susține că această parte fluidă a nucleului Pământului se învâрте într-un fel care seamănă cu un motor electric, creând câmpul magnetic al planetei. Se presupune că fluidele de convecție din Pământ acționează oarecum asemănător curentului în fire. Nu se știe ce se întâmplă exact, dar se crede că are legătură cu faptul că nucleul este lichid și se învâрте. Corpurile care nu au un nucleu lichid – Luna și Marte, de exemplu – nu au nici magnetism.

Știm că acest câmp magnetic al Pământului își modifică forța din când în când: în vremea dinozaurilor, era de până la trei ori mai puternic decât acum. Știm de asemenea că se inversează la fiecare 500.000 de ani, cu aproximație, deși aceste aproximații au un grad enorm de imprevizibilitate. Ultima inversare a avut loc acum circa 750.000 de ani. Uneori stă cuminte milioane de ani – se pare că cel mai lung interval a fost de 37 de milioane de ani – și alteori s-a inversat și după numai 20.000 de ani. În total, în ultima sută de milioane de

ani, s-a inversat de circa două sute de ori și nu avem nici cea mai vagă idee de ce. Aceasta a fost numită „cea mai importantă întrebare fără răspuns din geologie”.

Am putea trece printr-o inversare chiar acum. Câmpul magnetic al Pământului s-a diminuat, poate, cu până la șase procente numai în ultimul secol. Orice scădere a magnetismului este o veste proastă, deoarece câmpul magnetic, pe lângă că ține listele lipite de frigider și ne îndreaptă acul busolei în direcția corectă, joacă un rol vital în conservarea vieții. Spațiul este plin de raze cosmice periculoase care ne-ar sfâșia trupurile, transformând cea mai mare parte a ADN-ului nostru în zdrențe inutile, dacă nu ar exista protecția câmpului magnetic. Când acesta intră în acțiune, razele sunt mânite departe de suprafața Pământului, în două zone sigure pentru noi din spațiul apropiat, numite centurile Van Allen. De asemenea, ele interacționează cu particulele din atmosfera înaltă, creând vălurile magice de lumină numite aurore.

O bună parte din ignoranța noastră se datorează efortului insuficient de a coordona ceea ce se întâmplă la suprafața Pământului cu ceea ce se petrece în interior. Shawna Vogel spunea: „Geologii și geofizicienii rareori participă la aceleași întâlniri sau colaborează pe probleme comune”.

Poate că cel mai bine ne dăm seama de lacunele noastre în înțelegerea dinamicii Pământului atunci când suntem luați pe nepregătite de izbucnirile sale și mi-e greu să mă gândesc la un semnal de alarmă mai bun în privința limitelor cunoștințelor noastre decât erupția muntelui St Helens din Statul Washington din 1980.

În acel moment, cele patruzeci și opt de state ale Uniunii aflate mai la sud nu mai văzuseră o erupție vulcanică de peste șaizeci și cinci de ani. Prin urmare, majoritatea vulcanologilor guvernului, chemați să monitorizeze și să prognozeze comportamentul muntelui St Helens, văzuseră vulcani în acțiune numai în Hawaii, ceea ce, după cum s-a dovedit, erau două lucruri complet diferite.

St Helens și-a început bubuiturile amenințătoare la 20 martie. În mai puțin de o săptămână, arunca magmă până la o sută de ori pe zi, e drept, în cantități modeste, și era permanent scuturat de cutremure. Locuitorii au fost evacuați la o distanță de 13 km, considerată sigură. Pe măsură ce muntele era tot mai zgomotos, St Helens a devenit o atracție turistică pentru întreaga lume. Ziarele ofereau informații zilnice despre cele mai bune locuri pentru o priveliște deosebită. Echipele de televiziune zburau în repetate rânduri cu elicopterele spre vârf, ba chiar puteai vedea oameni care urcau pe munte. Într-o zi, peste șaptezeci de elicoptere și aeronave ușoare au survolat vârful. Dar pe măsură ce treceau zilele, iar scuturăturile nu se transformau într-o scenă dramatică, lumea a început să-și piardă răbdarea și a ajuns la concluzia generală că vulcanul nu avea să explodeze până la urmă.

La 19 aprilie, versantul nordic al muntelui a început să se umfle în mod curios. Și mai neînțeles este faptul că nicio persoană cu autoritate nu a observat că aceasta semnala în mod evident o explozie laterală. Seismologii și-au bazat orbește concluziile pe comportamentul vulcanilor din Hawaii, care nu explodează lateral. Aproape singura persoană care a crezut că s-ar putea să se întâmple ceva foarte rău a fost Jack

Hyde, profesor de geologie la un colegiu de stat din Tacoma. Acesta a indicat că St Helens nu avea un con deschis, ca vulcanii din Hawaii, astfel că presiunea care se acumula înăuntru trebuia să se elibereze la un moment dat violent și, probabil, catastrofal. Însă Hyde nu făcea parte din echipa oficială, iar observațiile sale nu au fost luate în considerare.

Cu toții știm ce s-a întâmplat în continuare. La ora 8:32, într-o dimineață de duminică, pe 18 mai, partea nordică a vulcanului s-a prăbușit, trimițând o enormă avalanșă de pământ și rocă în jos, pe coasta muntelui, cu aproape 250 km pe oră. A fost cea mai mare alunecare de teren din istoria omenirii și a aruncat suficient material cât să îngroape întregul Manhattan până la o adâncime de 120 m. Coasta muntelui era deja subțiată, iar un minut mai târziu St Helens a explodat cu forța a 27.000 de bombe atomice de dimensiunile celei de la Hiroshima, aruncând în sus un nor fierbinte, ucigaș, cu până la 1.050 km pe oră – mult prea rapid, evident, pentru ca persoanele aflate în apropiere să-i poată fugi din cale. Mulți oameni care se credeau a fi în regiuni sigure, de multe ori atât de departe, încât nici nu se vedea vulcanul, au fost surprinși de explozie. Au murit cincizeci și șapte de oameni. Douăzeci și trei dintre cadavre nu au fost găsite niciodată. Bilanțul morților ar fi fost și mai mare dacă nu era o zi de duminică. În orice altă zi a săptămânii, un număr mare de muncitori din industria lemnului s-ar fi aflat în zona morții. Dar chiar și așa, au fost uciși oameni până la o distanță de 30 km.

Cea mai norocoasă persoană în acea zi a fost un absolvent pe nume Harry Glicken. El făcea cu schimbul la un punct de observație la o depărtare de 9 km de munte, dar pe 18 mai

avea un interviu pentru o slujbă la un colegiu din California, așa că a părăsit postul cu o zi înainte de erupție. Locul lui a fost luat de David Johnston. Johnston a fost prima persoană care a raportat explozia vulcanului; câteva momente mai târziu, era mort. Corpul lui nu a fost găsit. Din nefericire, norocul lui Glicken a fost temporar. Unsprezece ani mai târziu, el a fost unul dintre cei 43 de oameni de știință și jurnaliști surprinși în capcana fatală a unei fierbinți revărsări de cenușă ucigașă, gaze și rocă topită – ceea ce este cunoscut sub numele de curgere piroclastică – pe muntele Unzen din Japonia, când un alt vulcan a fost interpretat greșit, cu rezultate catastrofale.

Poate că vulcanologii sunt cei mai nepricepuți oameni de știință din lume atunci când vine vorba de predicții, sau poate că nu, dar cu siguranță sunt cei mai incapabili să-și dea seama cât de deplasate sunt prezicerile lor. La mai puțin de doi ani după catastrofa de la Unzen, un alt grup de observatori, conduși de Stanley Williams de la Universitatea din Arizona, a coborât pe marginea unui vulcan activ numit Galeras, în Columbia. În ciuda numărului mare de morți din anii anteriori, numai doi dintre cei șaisprezece membri ai grupului lui Williams purtau căști de protecție sau un alt echipament de siguranță. Vulcanul a erupt, ucigând șase cercetători și trei turiști care îi urmăseră și rănind grav alți câțiva, inclusiv pe Williams.

Într-o carte complet lipsită de spirit autocritic, numită *Surviving Galeras (Supraviețuind Muntelui Galeras)*, Williams a spus că nu a putut decât „să dea din cap cu uimire” atunci când a aflat mai târziu că tovarășii săi din lumea vulcanologiei sugeraseră că ar fi neglijat sau ignorat semnale seismice

importante și că s-ar fi comportat neglijent. „Cât de ușor este să arunci cu piatra după eveniment, să raportezi la cunoștințele pe care le avem acum un eveniment din 1993”, scria el. Era de părere că singurul lucru care i s-ar fi putut reproșa era ghinionul de a-și fi ales un moment în care Galeras „s-a comportat capricios, așa cum fac de obicei forțele naturii. M-am lăsat prost și pentru asta îmi asum responsabilitatea. Dar nu mă simt vinovat de moartea colegilor mei. Nu există vină, a existat doar o erupție”.

Întorcându-ne în Washington, muntele St Helens a pierdut 400 m din înălțime, iar 600 km² de pădure au fost devastați. Erau destui copaci cât să construiești 150.000 de case (sau 300.000, potrivit altor rapoarte) și toți au fost distruși. Pagubele au fost evaluate la 2,7 miliarde de dolari. O enormă coloană de fum și cenușă s-a ridicat până la 18.000 m înălțime în mai puțin de zece minute. Un avion de linie aflat la 48 km depărtare a raportat că a fost bombardat cu roci.

La nouăzeci de minute după explozie, cenușa a început să se așternă peste Yakima, Washington, o comunitate de 50.000 de locuitori, aflată la aproximativ 130 km depărtare. După cum vă imaginați, cenușa a transformat ziua în noapte și a intrat peste tot, înecând motoare, generatoare și echipamente de curent electric, sufocând pietonii, blocând sistemele de filtrare și oprind activitatea generală. Aeroportul și autostrăzile de intrare și ieșire din oraș au fost închise.

Și toate acestea, sper că remarcați, s-au datorat unui vulcan care bombănise amenințător vreme de două luni înainte. Totuși, Yakima nu avea niciun fel de proceduri de urgență în cazul vulcanilor. Sistemul de comunicare de urgență al orașului, care ar fi trebuit să intre în acțiune în timpul unei

crize, nu s-a declanșat, deoarece „personalul de serviciu de duminică dimineața nu știa să folosească echipamentul”. Vreme de trei zile, Yakima a fost paralizată și izolată de restul lumii, cu aeroportul închis și cu drumurile de intrare impracticabile. Orașul a fost acoperit, în medie, cu 1,5 cm de cenușă după erupția muntelui St Helens. Și am să vă rog să țineți minte aceste lucruri atunci când vom analiza ce anume ar putea produce o eventuală explozie la Yellowstone.

*1 Pentru cei care tânjesc după o imagine mai detaliată a interiorului Pământului, iată dimensiunile straturilor, în cifre aproximative. Scoarța, de la 0 la 40 km. Mantaua superioară, de la 40 la 400 km. Zona de tranziție dintre mantaua superioară și cea inferioară, de la 400 la 650 km. Mantaua inferioară, de la 650 la 2.700 km. Stratul „D”, de la 2.700 la 2.890 km. Nucleul exterior, de la 2.890 la 5.150 km, iar de la 5.150 la 6.370 km, nucleul interior.

*2 Sau cel puțin așa s-a scris adesea. Totuși, în vara anului 2003, după publicarea acestei cărți, Science News a prezentat un studiu al profesorului E.D. Zanotto din Brazilia care sugera că deplasarea sticlei, oricât de venerabilă ar fi fereastră, este în realitate mult mai lentă ca să fie vizibilă cu ochiul liber.

Capitolul 15

Frumusețe periculoasă

În anii 1960, în vreme ce studia istoria vulcanică a Parcului Național Yellowstone, Bob Christiansen de la Institutul Geologic al Statelor Unite a fost uimit de ceva ce, în mod surprinzător, nu mai deranjase pe nimeni înainte: vulcanul parcului era de negăsit. Se știa de ceva vreme că Yellowstone este de origine vulcanică – aceasta explica gheizerele și toate celelalte caracteristici vaporoză – și, dacă știm un lucru despre vulcani, atunci acela este că sunt relativ vizibili. Și totuși, Christiansen nu găsea nicăieri vulcanul Yellowstone. Ca să fim mai exacti, nu izbutea să găsească o structură cunoscută sub numele de caldeiră.

Cei mai mulți dintre noi, când ne gândim la vulcani, vedem forma clasică de con a unui Fuji sau Kilimanjaro, care se creează atunci când magma care erupe se acumulează sub forma unei moli simetrice. Acestea se pot forma cu o rapiditate uimitoare. În 1943, la Parícutin, în Mexic, un fermier a descoperit cu surprindere că dintr-un petic de pe pământul lui se ridică fum. Într-o săptămână, stupoare: s-a trezit proprietarul unui con de 152 m înălțime. În doi ani ajunsese la aproape 430 m și avea un diametru de peste 800 m. În total, pe Pământ există circa zece mii de vulcani din

soiul acesta îndrăzneț de vizibil, pe care n-ai cum să-i ratezi, aproape toți stinși, cu excepția câtorva sute. Dar mai există și un al doilea tip de vulcani, mai puțin mediatizați, care nu implică ridicarea unor munți. Acești vulcani sunt atât de explozivi, încât izbucnesc printr-o singură manifestare puternică și lasă în urmă un puț enorm, format prin prăbușire, caldeira (de la cuvântul latinesc pentru „cazan”). Era evident că Yellowstone aparținea acestui al doilea tip, dar Christiansen nu putea găsi nicăieri caldeira.

Printr-o coincidență, chiar la acea vreme NASA a hotărât să testeze un nou tip de aparate de fotografiat de mare altitudine, făcând fotografii la Yellowstone, după care un oficial atent a făcut copii pe care le-a trimis autorităților parcului, gândindu-se că ar putea constitui exponate interesante în unul dintre centrele pentru vizitatori. De îndată ce a văzut fotografiile, Christiansen și-a dat seama de ce nu reușise să descopere caldeira: practic, întregul parc – nouă mii de kilometri pătrați – era o caldeiră. Explozia lăsase în urmă un crater cu un diametru de aproape 65 km – mult prea mare pentru a fi observat de la nivelul solului, indiferent de unde priveai. Aceasta înseamnă că, într-un anumit punct din trecut, Yellowstone a explodat cu o violență de proporții ce depășesc imaginația.

Și așa s-a dovedit că Yellowstone este un supervulcan. Stă deasupra unui enorm punct fierbinte, un rezervor de rocă topită care începe cu cel puțin 200 km sub pământ și se ridică până aproape de suprafață, formând ceea ce se numește o supraridicătură. Căldura punctului fierbinte conferă putere răsuflătorilor, lacurilor, izvoarelor fierbinți și vulcanilor noroioși din Yellowstone. Dedesubt se află o cavitate de

magmă cu un diametru de circa 72 km – în mare, cam aceleași dimensiuni cu parcul – și cu o grosime de 13 km în zona maximă. Imaginați-vă o grămadă de trinitrotoluen cam de dimensiunile unui comitat din Anglia care urcă până la 13 km spre cer, cam la înălțimea celui mai înalt nor cirus, și vă veți face o idee despre locul pe deasupra căruia se vântură vizitatorii de la Yellowstone. Presiunea pe care o exercită un astfel de bazin de magmă asupra scoarței a făcut ca Yellowstone și teritoriul din împrejurimi să se ridice cu aproximativ o jumătate de kilometru față de nivelul normal. Dacă ar exploda, cataclismul ar depăși orice imaginație. Potrivit profesorului Bill McGuire de la University College London, „nu ai reuși să te apropii la mai puțin de o mie de kilometri de el” în timpul unei eventuale erupții. Consecințele ar fi și mai dramatice.

Supraridicăturile de genul celei pe care stă Yellowstone seamănă într-un fel cu paharele de martini – înguste la bază, dar tot mai largi pe măsură ce se apropie de crustă, creând cavități vaste de magmă instabilă. Unele cavități pot avea până la 1.900 km în diametru. Potrivit teoriei curenților, acestea nu explodează întotdeauna violent, ci uneori erup sub forma unui puternic flux continuu – o revărsare – de rocă topită, așa cum s-a întâmplat în cazul Podișului Deccan din India acum șaiszeci și cinci de milioane de ani. Vulcanii acoperă o arie de peste 500.000 km² și au contribuit probabil la dispariția dinozaurilor – în mod cert nu au ajutat – prin scurgerile de gaze toxice. Supraridicăturile ar putea fi responsabile și pentru rifturile care produc rupturile continentelor.

Aceste ridicături nu sunt deloc rare. În prezent pe pământ există circa treizeci, active și responsabile pentru multe dintre cele mai cunoscute insule și arhipelaguri din lume – Islanda, Hawaii, Azore, Canare și Galápagos, micul arhipelag Pitcairn din mijlocul Pacificului de Sud și multe altele –, dar, cu excepția lui Yellowstone, toate sunt oceanice. Nimeni nu are nici cea mai vagă idee de ce și cum a ajuns ridicătura de sub Yellowstone sub o placă continentală. Două lucruri sunt sigure: că la Yellowstone scoarța este subțire și că lumea de sub ea e fierbinte. Dar dacă scoarța este subțire întrucât sub ea există un punct fierbinte sau dacă punctul fierbinte se află acolo pentru că scoarța este subțire reprezintă un subiect de dezbatere fierbinte (cum s-ar spune). Natura continentală a scoarței contează considerabil în erupții. În vreme ce alți supervulcani au tendința să clocotească într-un flux constant și într-o manieră relativ benignă, Yellowstone erupe exploziv. Nu se întâmplă prea des, dar când se întâmplă nu îți dorești decât să te afli cât mai departe.

De la prima sa erupție cunoscută, acum 16,5 milioane de ani, a explodat de circa o sută de ori, dar cele despre care se scrie cel mai frecvent sunt ultimele trei. Ultima erupție a fost de o mie de ori mai puternică decât cea a muntelui St Helens, cea dinainte de două sute optzeci de ori mai puternică, iar cea anterioară *acesteia* a fost atât de puternică, încât nimeni nu-i știe exact magnitudinea. A fost de cel puțin două mii cinci sute de ori mai puternică decât St Helens și foarte probabil de opt mii de ori mai monstruoasă.

Pur și simplu, nu avem termeni de comparație. Cea mai puternică erupție din vremurile recente a fost cea a muntelui Krakatau din Indonezia, în august 1883; acesta a produs o

detunătură care a reverberat în jurul lumii vreme de nouă zile și a învolburat apele până în Canalul Mânecii. Dar dacă ne-am imagina volumul de material aruncat de Krakatau ca fiind de mărimea unei mingi de golf, atunci materialul provenind de la cea mai mare explozie a lui Yellowstone ar fi de mărimea unei sfere în spatele căreia te-ai putea ascunde liniștit. Pe această scară de măsură, explozia vulcanului St Helens ar fi cât un bob de mazăre.

Explozia de la Yellowstone de acum două milioane de ani a scos suficientă cenușă cât să îngroape statul New York la o adâncime de douăzeci de metri sau California la șase metri. De aici provine cenușa care a format depozitul de fosile al lui Mike Voorhies din estul Nebraskăi. Explozia a avut loc acolo unde este acum statul Idaho, dar, în milioane de ani, cu o medie de 2,5 cm pe an, scoarța Pământului s-a deplasat peste ea, astfel încât astăzi se află chiar sub nord-vestul Wyomingului (punctul fierbinte în sine rămâne în același loc, precum o torță cu acetilenă îndreptată spre tavan). În urma sa a lăsat acele câmpii vulcanice bogate, ideale pentru creșterea cartofilor, după cum au descoperit de altfel fermierii din Idaho cu multă vreme în urmă. Geologilor le place să spună în glumă că, peste alte două milioane de ani, Yellowstone va produce direct cartofi pai pentru McDonald's, iar locuitorii din Billings, Montana vor călca printre gheizere.

Cenușa căzută de la ultima erupție a lui Yellowstone a acoperit total sau parțial nouăsprezece state din vest, plus unele părți din Canada și Mexic – aproape tot teritoriul SUA de la vest de Mississippi. Acesta este acum, să nu uităm, grâнарul Americii, regiunea care produce jumătate din cerealele lumii. Și nu ar trebui să neglijăm nici faptul că cenușa nu seamănă

deloc cu un strat de zăpadă care se va topi la primăvară. Pentru a avea din nou recolte, ar trebui găsit un loc în care să se depoziteze toată cenușa. A fost nevoie de mii de muncitori și de opt luni pentru a îndepărta 1,8 miliarde de tone de moloz de pe cele șase hectare și jumătate pe care a stat World Trade Center în New York. Închipuiți-vă cam de cât ar fi nevoie pentru a curăța Kansasul.

Și nici măcar nu am luat în considerare consecințele climatice. Ultima erupție a unui supervulcan pe Pământ a avut loc la Toba, în nordul Sumatrei, acum 74.000 de ani. Nimeni nu-i știe exact magnitudinea, dar a fost un dezastru. Nucleele glaciare din Groenlanda ne arată că explozia de la Toba a fost urmată de cel puțin șase ani de „iarnă vulcanică” și cine știe câți ani de recolte proaste. Se crede că evenimentul ar fi dus specia umană până în pragul dispariției, reducând populația globului la cel mult câteva mii de indivizi. Aceasta ar însemna că omenirea modernă s-a format dintr-o bază de populație foarte mică, ceea ce ar explica lipsa noastră de diversitate genetică. În orice caz, există dovezi care sugerează că în următorii 20.000 de ani numărul total al oamenilor de pe Pământ nu a fost mai mare de câteva mii. Inutil să subliniez că aceasta înseamnă totuși o perioadă destul de lungă pentru recuperarea după o unică explozie vulcanică.

Toate acestea erau interesante doar așa, la modul ipotetic, până în 1973, când o întâmplare ciudată le-a transformat brusc în elemente de maxim interes: apa din Yellowstone Lake, din inima parcului, a început să se reverse în partea sudică, inundând o pajiște, în vreme ce la celălalt capăt, în mod misterios, apa părea să o ia la vale. Geologii au făcut în grabă un studiu și au descoperit că pe o mare suprafață a

parcului se formase o cocoasă amenințătoare. Din cauza ei, un capăt al lacului se ridica și împingea apa în afară la capătul opus, cum s-ar întâmpla dacă ai ridica de un capăt un bazinaș pentru copii. Până în 1984, întreaga regiune centrală a parcului – peste o sută de kilometri pătrați – se ridicase cu peste un metru față de nivelul la care fusese în 1924, atunci când se făcuseră ultimele măsurători oficiale în parc. Apoi, în 1985, partea centrală a parcului a scăzut cu circa douăzeci de centimetri. Acum pare să se inflameze din nou.

Geologii știu că un singur lucru poate provoca această schimbare: o cavitate de magmă activă. Yellowstone nu este locul unui supervulcan străvechi, ci al unui supervulcan activ. Cam tot în același timp, specialiștii au reușit în sfârșit să calculeze că ciclul de erupții din Yellowstone prevedea în medie o explozie masivă la fiecare 600.000 de ani. Ultima mare explozie a avut loc acum 630.000 de ani. Se pare că lui Yellowstone i-a cam venit vremea.

— Poate că nu vă dați seama, dar stați pe cel mai mare vulcan activ din lume, mi-a spus Paul Doss, geologul Parcului Național Yellowstone, imediat ce s-a dat jos de pe un enorm Harley-Davidson și am dat mâna, atunci când ne-am întâlnit la sediul din Mammoth Hot Springs într-o minunată dimineață de iunie.

Născut în Indiana, Doss este un bărbat prietenos, cu voce blândă și extrem de politicos, care nu seamănă deloc cu un angajat al Serviciului Parcurilor Naționale. Are o barbă grizonantă și părul strâns la ceafă, într-o coadă de cal. Un mic safir îi împodobește o ureche. Uniforma apretată pare cam mică pentru începutul său de burtă. Arată mai mult a cântăreț

de blues decât a angajat guvernamental. În realitate, chiar cântă blues (la muzicuță). Dar, mai presus de toate, iubește și cunoaște geologia. „Și mi-am găsit cel mai bun loc din lume s-o practic”, îmi spune el pe când pornim într-un vehicul de teren săltăreț în direcția vagă a lui Old Faithful. A fost de acord să mă lase să îl însoțesc o zi, în vreme ce el își vede de treabă, făcând ceea ce face un geolog care lucrează într-un parc. Prima însărcinare din ziua respectivă era să țină o prezentare introductivă unui nou grup de ghizi.

Cred că nu mai trebuie să spun că Yellowstone este de o frumusețe ce-ți taie respirația, cu munți rotunzi și maiestuoși, cu pajiști pe care se plimbă bizoni, curenți rostogolindu-se la vale, cu un lac de culoarea cerului și o viață naturală de o bogăție infinită.

— Pentru un geolog, mai bine de atât nici nu se poate, spune Doss. La Beartooth Gap găsești roci vechi de aproape trei miliarde de ani – trei sferturi din vârsta Pământului –, apoi găsești izvoare minerale chiar aici – și îmi arată izvoarele sulfuroase fierbinți de la care vine numele lui Mammoth –, unde vezi cum iau naștere roci noi. Și între acestea găsești tot ce ți-ai putea imagina. Nu am văzut niciun loc în care geologia să fie mai bine expusă... sau mai frumoasă.

— Deci îți place? îl întreb.

— A, nu, e o adevărată pasiune, îmi răspunde el cu o sinceritate profundă. Chiar îmi place la nebunie aici. Iernile sunt aspre și leafa nu te încălzește prea tare, dar când e vreme bună e pur și simplu...

S-a oprit ca să îmi arate în depărtare un spațiu între doi munți dinspre vest, care tocmai apăruseră în peisaj după o ridicătură. Mi-a spus că munții se numeau Gallatins.

— Acea deschizătură are o sută sau chiar o sută zece metri lăţime; multă vreme, nimeni nu a înţeles de ce era deschizătura aia acolo. Apoi, Bob Christiansen şi-a dat seama că trebuia să existe, întrucât munţii fuseseră aruncaţi în aer. Când te întâlneşti cu o explozie care aruncă în aer munţi pe o lungime de 100 km, îţi dai seama că ai de-a face cu ceva destul de puternic. Lui Christiansen i-a luat şase ani să-şi dea seama de toate astea.

L-am întrebat ce anume a făcut ca parcul Yellowstone să explodeze atunci.

— Nu ştiu. Nimeni nu ştie. Vulcanii sunt lucruri ciudate. Noi nu îi înţelegem deloc. Vezuviul din Italia a fost activ vreme de trei sute de ani până la o erupţie din 1944, după care pur şi simplu s-a oprit. A fost liniştit de atunci încoace. Unii vulcanologi cred că îşi încarcă puternic bateriile, ceea ce reprezintă un motiv de îngrijorare, având în vedere că în apropierea lui locuiesc două milioane de oameni. Dar nimeni nu ştie sigur.

— Şi cum ai fi avertizat dacă Yellowstone ar fi pe cale să explodeze?

— Nu era nimeni prin preajmă ultima dată când a explodat, aşa că nimeni nu ştie ce semnale de avertizare trimite. Probabil că am avea o serie de cutremure, o ridicare a pământului şi schimbări ale tiparelor de comportament ale gheizerelor şi gurilor, dar nimeni nu ştie cu exactitate, a ridicat el din umeri.

— Deci ar putea exploda fără niciun avertisment?

A dat din cap gânditor. Mi-a explicat că problema constă în faptul că majoritatea manifestărilor care ar constitui semnale

de avertizare există deja într-o oarecare măsură în Yellowstone.

— În general, cutremurele sunt precursori ale erupțiilor vulcanice, dar în parc se produc deja o mulțime de cutremure – o mie două sute pe an. Majoritatea sunt prea mici pentru a putea fi simțite, dar sunt totuși cutremure.

Și schimbarea tiparului erupțiilor gheizerelor ar putea fi considerată un semn, mi-a spus el, dar, oricum, acestea sunt extrem de imprevizibile. Cândva, cel mai faimos din parc era Gheizerul Excelsior. Erupea regulat și spectaculos, până la înălțimi de o sută de metri, dar în 1890 s-a oprit pur și simplu. Apoi a erupt din nou în 1985, dar numai până la douăzeci și cinci de metri. Gheizerul Steamboat este cel mai mare gheizer din lume atunci când izbucnește, aruncând apă până la o sută douăzeci de metri în aer, dar intervalele între două erupții sunt de la patru zile până la cincizeci de ani.

— Dacă ar exploda astăzi și apoi din nou săptămâna viitoare, asta n-ar avea nicio însemnătate, pentru că nu ne spune nimic despre comportamentul lui din săptămâna următoare sau de peste douăzeci de ani, spune Doss. Întregul parc este atât de volatil, încât e practic imposibil să tragi vreo concluzie din tot ce se întâmplă în el.

Eventuala evacuare a parcului Yellowstone nu ar fi deloc ușoară. Acesta primește cam trei milioane de vizitatori pe an, majoritatea în cele trei luni de vârf din vară. Drumurile din parc sunt relativ puține și menținute intenționat înguste, în parte pentru a încetini traficul, pentru a conserva atmosfera pitorească, dar și pentru a respecta constrângerile topografice. În mijlocul verii, îți ia lejer o jumătate de zi să traversezi parcul și ore bune să ajungi oriunde în interiorul lui.

— Oamenii, de câte ori văd animale, se opresc, oriunde s-ar afla. Așa că avem blocaje cu urși, blocaje cu bizoni, blocaje cu lupi, spune Doss.

În toamna lui 2000, reprezentanți de la US Geological Survey și National Park Service, împreună cu câțiva oameni de știință, s-au întâlnit și au înființat Observatorul Vulcanic Yellowstone (OVY). Existau deja patru astfel de organisme – în Hawaii, California, Alaska și Washington –, dar, lucru ciudat, nu exista niciunul pentru cea mai vastă regiune vulcanică din lume. OVY este mai mult o idee decât o structură fizică – este un acord de coordonare a eforturilor de studiu și analiză a geologiei diverse a parcului. Doss mi-a spus că una dintre primele lor acțiuni a fost să alcătuiască un „plan în caz de cutremure și erupție” – un plan de acțiune în caz de criză.

— Nu există deja unul? am întrebat eu.

— Nu, mă tem că nu, dar va exista unul în curând.

— Nu e cam târziu?

— Să spunem că nu prea curând, a zâmbit el.

După ce va intra în acțiune, planul spune că trei oameni – Christiansen din Menlo Park, California, profesorul Robert B. Smith de la Universitatea din Utah și Doss, din parc – vor evalua gradul de pericol al oricărui posibil cataclism și se vor sfătui cu directorul parcului. Acesta trebuie să ia decizia dacă parcul e evacuat sau nu. Cât despre zonele învecinate, pentru ele nu există un plan. După ce ai trecut de porțile parcului, te privește, nu mai are nicio importanță dacă Yellowstone are de gând să explodeze la scară mare!

Firește că ar putea trece zeci de mii de ani înainte să vină ziua aceea. Doss crede că o astfel de zi ar putea să nu vină

niciodată.

— Doar pentru că a existat în trecut un tipar nu înseamnă că acesta mai este valabil și azi, spune el. Există dovezi care sugerează că modelul ar putea fi reprezentat de o serie de explozii catastrofale, urmate de o lungă perioadă de liniște. Acum ne-am putea afla în acea perioadă. Dovezile ne arată că o bună parte din cavitatea cu magmă se află în răcire și cristalizare. Își eliberează gazele volatile; în vreme ce, pentru o explozie violentă, este nevoie ca gazele volatile să se adune.

Dar până atunci există o mulțime de alte pericole în și în jurul parcului Yellowstone, după cum ni s-a demonstrat, cu dovezi devastatoare, în noaptea de 17 august 1959 la Hebgen Lake, chiar la ieșirea din parc. Cu douăzeci de minute înainte de miezul nopții, Hebgen Lake a suferit un cutremur catastrofal. Magnitudinea sa de 7,5 nu a fost dintre cele mai ridicate, dar a fost atât de brusc și de violent, încât a prăbușit o întreagă coastă a muntelui. Era în plin sezon estival, dar, din fericire, pe atunci nu mergeau atâția oameni la Yellowstone ca acum. Optzeci de milioane de tone de rocă în mișcare, cu o viteză de peste 160 km pe oră, s-au prăbușit pur și simplu de pe munte cu o asemenea forță și viteză, încât prima stâncă din coasta prăbușită a urcat la 120 m înălțime pe muntele din cealaltă parte a văii. În calea sa se afla o parte din campingul Rock Creek. Douăzeci și opt de turiști au murit, dintre care nouăsprezece au fost îngropați atât de adânc, încât nu au mai fost găsiți niciodată. Cataclismul a fost scurt, dar impresionant de imprevizibil. Trei frați care dormeau într-un cort au fost cruțați. Părinții lor, aflați într-un alt cort de lângă ei, au fost luați de avalanșă și nu au mai fost găsiți niciodată.

Doss mi-a spus:

— Odată și odată se va produce un cutremur mare, foarte mare. De asta poți fi sigur. Asta este o zonă numai bună de cutremure.

În ciuda cutremurului de la Hebgen Lake și a altor riscuri bine cunoscute, parcul Yellowstone a fost dotat cu seismografe permanente abia în anii 1970.

Cine are nevoie de o cale pentru a aprecia grandoarea și inexorabilitatea proceselor geologice nu greșește cu nimic dacă alege munții Teton, lanțul somptuos, cu creste ascuțite, ce se întinde la sudul Parcului Național Yellowstone. Acum nouă milioane de ani, munții Teton nu existau; pământul din jurul lui Jackson Hole era doar o câmpie înaltă și înverzită. Dar apoi, în pământ s-a deschis o falie cam de 64 km lungime, iar de atunci înapoi munții Teton trec cam la fiecare nouă sute de ani printr-un cutremur de pământ foarte mare, suficient cât să-i împingă cu încă doi metri în înălțime. Iar aceste înălțări de-a lungul eonilor i-au adus până la marea altitudine din prezent de 2.000 m.

Cifra de nouă sute de ani este doar o medie – și încă una înșelătoare. Potrivit lui Robert B. Smith și Lee J. Siegel, în cartea *Windows into the Earth (Ferestre în Pământ)*, o istorie geologică a regiunii, ultimul mare cutremur din zona munților Teton a avut loc acum cinci până la șapte mii de ani. Așadar, munții Teton reprezintă zona cu cel mai mare risc de cutremur prognozat de pe planetă.

Exploziile hidrotermale prezintă la rândul lor un risc semnificativ. Se pot petrece oricând, aproape oriunde și fără a putea fi prezise.

— Știi, noi îi îndrumăm cu bună știință pe vizitatori către bazinele termale, mi-a spus Doss după ce am privit cum țâșnește Old Faithful. Pentru asta vin aici. Știai că la Yellowstone sunt mai multe gheizere și izvoare termale decât în tot restul lumii?

— Nu, nu știam.

A dat din cap.

— Sunt zece mii până acum și oricând se poate deschide o gură nouă.

M-a condus la un loc numit Duck Lake, o suprafață de apă de câteva sute de metri lățime.

— Pare complet inofensiv, mi-a spus el. E doar un iaz mai mare. Dar groapa asta nu era aici. Cândva, în ultimii cincisprezece mii de ani, a erupt cu mare forță. Probabil că au fost câteva zeci de milioane de tone de sol, stâncă și apă supraîncălzită care au țâșnit din pământ cu viteză supersonică. Îți poți imagina ce s-ar întâmpla dacă ar avea loc așa ceva sub spațiul de parcare de la Old Faithful sau sub unul dintre centrele pentru vizitatori.

Avea o expresie nefericită.

— Ar exista vreun avertisment?

— Probabil că nu. Ultima explozie semnificativă din parc a fost într-un loc numit Pork Chop Geyser în 1989. Aceasta a lăsat în urmă un crater cu diametrul de vreo cinci metri – nu este foarte mare, dar ar fi fost suficient, dacă te-ai fi aflat acolo în acel moment. Din fericire, nu era nimeni în jur, așa că nimeni nu a fost rănit; dar s-a petrecut fără niciun avertisment. În trecut au existat explozii care au lăsat găuri cu diametrul de un kilometru și jumătate. Și nimeni nu știe să

spună când și unde s-ar putea întâmpla din nou. Pur și simplu trebuie să speri că nu vei fi prin preajmă atunci.

Și căderile de stânci reprezintă un pericol serios. O cădere mare a avut loc la Gardiner Canyon în 1999, dar, din fericire, din nou, nu a fost nimeni rănit. După-amiaza târziu, m-am oprit cu Doss într-un loc în care o stâncă plana amenințător deasupra unui drum aglomerat. Crăpăturile din stâncă erau vizibile. Doss mi-a spus preocupat:

— Ar putea cădea oricând.

— Glumești, i-am spus.

În fiecare moment, pe sub ea treceau cel puțin două mașini pline cu turiști cât se poate de fericiți.

— Nu este iminent, îți spun doar că s-ar putea, a adăugat el. La fel de bine ar putea sta așa zeci de ani. Nu ai cum să prevezi. Oamenii trebuie să accepte că își asumă un risc venind aici. Asta-i tot.

Pe când ne îndreptam spre vehiculul lui ca să ne întoarcem la Mammoth Hot Springs, Doss a adăugat:

— Important este că, în cea mai mare parte a timpului, lucrurile rele nu se petrec. Rocile nu cad, nu se produc cutremure, nu se deschid brusc noi guri. În ciuda instabilității, în cea mai mare parte a timpului, totul este de o liniște remarcabilă și uimitoare.

— La fel ca Pământul însuși, am observat eu.

— Exact, m-a aprobat el.

La Yellowstone, riscurile îi pândesc în aceeași măsură pe angajații parcului și pe vizitatori. Doss a aflat asta într-un mod extrem de neplăcut, în prima sa săptămână de lucru, cu cinci ani în urmă. Într-o noapte târziu, trei tineri angajați sezonier

practicau o activitate ilicită cunoscută sub numele de „oala fierbinte” – înotau și se încălzeau în iazurile cu apă termală. Deși, din motive evidente, parcul nu face public acest lucru, nu toate bazinele de la Yellowstone sunt periculos de fierbinți. Unele dintre ele sunt foarte plăcute pentru o baie, iar anumiți angajați sezonieri își făcuseră un obicei din a face câte o baie noaptea târziu, deși contravenea regulilor parcului. Cei trei nechibzuiți nu au luat cu ei o lanternă, lucru extrem de periculos, deoarece solul de pe marginea apelor calde este ca o crustă subțire și se poate cădea foarte ușor în gura fierbinte de dedesubt. În orice caz, în timp ce se îndreptau spre dormitoarele lor, au ajuns la un pârau peste care săriseră mai devreme. Au făcut câțiva pași înapoi, s-au prins de brațe și au făcut un salt din alergare. În realitate, nu era un pârau. Era un bazin cu apă fierbinte. Din cauza întunericii, se rătăciseră. Niciunul dintre ei nu a supraviețuit.

M-am gândit la această întâmplare în dimineața următoare, când am făcut o scurtă vizită, în drumul meu spre ieșirea din parc, într-un loc numit Emerald Pool, în Upper Geyser Basin. Doss nu avusese timp să mă ducă și acolo în ziua precedentă, dar am simțit că trebuie să arunc măcar o privire, pentru că Emerald Pool este un loc istoric.

În 1965, o echipă de biologi, soț și soție, Thomas și Louise Brock, se afla într-o excursie de cercetare de vară, când a făcut un lucru nebunesc. Au adunat noroiul subțire, galben-maroniu de pe marginea bazinului și au căutat în el urme de viață. Spre uimirea lor, și mai târziu a lumii întregi, era plin de microbi vii. Descoperiseră primele extremofile din lume – organisme care puteau trăi în ape despre care înainte se crezuse că sunt mult prea fierbinți, prea acide sau prea

sulfuroase pentru a întreține viața. În mod remarcabil, Emerald Pool avea toate aceste caracteristici și totuși, pentru cel puțin două tipuri de ființe vii, *Sulpholobus acidocaldarius* și *Thermophilus aquaticus*, cum au devenit ele cunoscute, era un mediu propice vieții. S-a presupus dintotdeauna că nimic nu poate supraviețui unor temperaturi de peste 50 °C, dar iată că aici existau organisme care se scăldau în ape acide și de două ori mai fierbinți.

Vreme de aproape douăzeci de ani, una dintre bacteriile soților Brock, *Thermophilus aquaticus*, a rămas o curiozitate de laborator, până când un cercetător din California pe nume Kary B. Mullis și-a dat seama că enzimele rezistente la temperatură pot fi folosite pentru a crea o mică vrăjitorie chimică, cunoscută sub numele de reacție de polimerizare în lanț, ADN polimeraza, prin care oamenii de știință pot multiplica ADN-ul din cantități minuscule – chiar și dintr-o singură moleculă, în condiții ideale. Este un fel de fotocopiare genetică și a devenit fundamentul întregii cercetări genetice de mai târziu, de la studiile academice până la laboratoarele de criminalistică. Lui Mullis i-a adus Premiul Nobel pentru chimie în 1993.

Între timp, cercetătorii au descoperit microbi tot mai îndrăzneți, cunoscuți acum sub numele de hipertermofile, care au nevoie de temperaturi de peste 80 °C. Cele mai fierbinți organisme descoperite până acum, potrivit lui Frances Ashcroft în *Life at the Extremes (Viața la extreme)*, sunt *Pyrolobus fumarii*, care trăiesc în pereții răsufclătorilor oceanice, unde temperatura poate ajunge până la 113 °C. Limita superioară a vieții este plasată la circa 120 °C, deși nimeni nu știe exact. În orice caz, descoperirile soților Brock

au schimbat percepția noastră asupra lumii vii. După cum spune Jay Bergstralh, cercetător la NASA: „Oriunde ne-am duce pe Pământ – chiar și în mediul care pare cel mai ostil vieții –, dacă există apă lichidă și o sursă de energie chimică, există și viață”.

S-a dovedit că viața este infinit mai inteligentă și mai adaptabilă decât s-a presupus vreodată. Acesta este un lucru foarte bun, după cum vom vedea, pentru că trăim într-o lume care, în ansamblu, nu pare să ne vrea aici.

Partea a V-a

Viața însăși



„Cu cât examinez mai atent universul și studiez detaliile arhitecturii sale, cu atât găsesc mai multe dovezi că acesta știa într-o oarecare măsură că suntem pe cale să apărem.”

Freeman Dyson

Capitolul 16

Planeta singuratică

Nu este deloc ușor să fii un organism. Din câte știm până acum, în tot universul există un singur loc, un avanpost liniștit al Căii Lactee, numit Pământ, care acceptă să vă întrețină și chiar și acesta poate fi destul de ranchiunos.

De pe fundul celei mai adânci fose oceanice până în vârful celui mai înalt munte, zona care reunește aproape tot ce înseamnă formă de viață cunoscută nu depășește o adâncime mai mare de 20 km, ceea ce nu este deloc mult prin comparație cu vastitatea cosmosului.

Pentru oameni, este și mai greu, fiindcă întâmplarea face să aparținem acelei părți a ființelor vii care acum patru sute de milioane de ani au luat decizia grăbită, dar aventuroasă de a ieși târâș din mări și de a deveni ființe de suprafață, care respiră oxigen. În consecință, potrivit unei estimări, cel puțin 99,5% din spațiul locuibil al lumii, ca volum, este în principal – în termeni pur practici – inaccesibil pentru noi.

Nu numai pentru că nu putem respira în apă, ci pentru că nu putem rezista presiunii. Întrucât apa este de circa o mie trei sute de ori mai grea decât aerul, presiunea crește cu repeziciune pe măsură ce coborâm – cam cu echivalentul unei atmosfere la fiecare zece metri adâncime. Pe pământ, dacă te

sui în vârful unui edificiu de 150 m înălțime – cum ar fi Catedrala din Köln sau Monumentul Washington –, schimbarea de presiune ar fi atât de mică, încât o putem considera imperceptibilă. Însă, la o distanță egală, dar coborând sub apă, venele v-ar ceda, iar plămânii s-ar comprima până la dimensiunile unei doze de cola. Uimitor este faptul că oamenii se scufundă de bunăvoie la asemenea adâncimi fără aparate de respirat, doar pentru distracție, iar sportul se numește scufundare liberă. Se pare că experiența de a-ți deforma brutal organele interne este considerată incitantă (deși presupun că nu la fel de incitantă ca atunci când ele își revin la dimensiunile anterioare după ieșirea la suprafață). Pentru a ajunge la asemenea adâncimi, scafandrii trebuie trași în jos destul de abrupt de greutate. Cea mai mare adâncime^{*1} la care a coborât vreodată cineva, fără asistență, și a trăit apoi să-și povestească aventura este de 72 m – o performanță atinsă de un italian pe nume Umberto Pelizzari, care în 1992 a coborât la această adâncime, a zăbovit acolo o nanosecundă și s-a întors ca săgeata la suprafață. La nivelul solului, 72 m înseamnă considerabil mai puțin decât lungimea unui teren de fotbal, așa că nici atunci când reușim cele mai exagerate cascadorii nu putem pretinde că ne-am apropiat de stăpânirea abisului.

Alte organisme reușesc, evident, să facă față presiunii la adâncime, deși rămâne un mister pentru noi modul exact în care izbutesc acest lucru. Cel mai adânc punct din ocean este Groapa Marianelor din Pacific. Acolo, la 11,3 km adâncime, presiunea crește la peste 1.000 kilograme-forță pe centimetru pătrat. O singură dată a reușit omenirea, pentru scurt timp, să trimită oameni la acea adâncime, într-un vas de scufundare

îndrăzneț, și totuși acolo își au casa colonii de amfipode, un tip de crustacee asemănătoare creveților, dar transparente, care supraviețuiesc fără niciun fel de protecție. Evident că majoritatea oceanelor sunt mai puțin adânci, dar chiar și la o adâncime medie a oceanului de 4 km presiunea este echivalentă cu a fi strivit sub greutatea a paisprezece camioane încărcate cu ciment.

Aproape toată lumea, inclusiv autorii unor foarte cunoscute lucrări de oceanografie, presupune că trupul uman s-ar face acordeon sub presiunea imensă din adâncul oceanului. Se pare însă că, în realitate, nu este chiar așa. Întrucât noi înșine suntem alcătuiți în mare parte din apă, iar apa este „practic imposibil de comprimat”, după cum ne spune Frances Ashcroft de la Universitatea Oxford, „corpul rămâne la aceeași presiune cu apa din jurul lui, așa că nu este strivit la adâncime”. Cele care ne provoacă necazuri sunt gazele din interiorul corpului, în special din plămâni. Acestea se comprimă, deși nu se știe exact în ce punct comprimarea devine fatală. Până de curând, se credea că, dacă cineva se scufundă la 100 m adâncime, moare în chinuri groaznice în clipa în care plămânii fac implozie sau cutia toracică cedează, dar practicanții scufundărilor libere ne-au dovedit în mod repetat contrariul. Potrivit lui Ashcroft, se pare că „oamenii seamănă mai mult decât se credea cu balenele și delfinii”.

Dar se pot întâmpla o grămadă de alte nenorociri. În zilele vechilor costume de scufundare – cele care erau conectate cu suprafața prin furtunuri lungi –, scufundătorii resimțeau un fenomen de temut, cunoscut sub numele de „barotraumatism”. Acesta apărea atunci când pompele de la suprafață cedau, iar presiunea din costum scădea catastrofal.

Aerul ieșea din costum cu o asemenea violență, încât scufundătorul era literalmente aspirat în cască și furtun. Când era tras la suprafață, „în costum nu mai rămâneau decât oasele lui și niște carne zdrențuită”, scria în 1947 biologul J.B.S. Haldane, care adăuga pentru toți cei circumspecți: „Chiar s-a întâmplat așa ceva”.

(În treacăt fie spus, casca originală de scafandru, proiectată în 1823 de un englez pe nume Charles Deane, nu era menită pentru scafandri, ci pentru pompieri. Era numită „cască de fum”, dar, pentru că era făcută din metal, se încălzea și era incomodă; Deane și-a dat seama curând că pompierii nu erau deloc dispuși să intre în clădirile în flăcări cu niciun fel de costum, cu atât mai puțin într-o chestie care se încingea ca un ibric pe foc și pe deasupra îi împiedica să se miște. Într-o încercare de a-și salva investiția, Deane a testat-o sub apă și a văzut că este ideală pentru misiunile de salvare.)

Adevărata teroare a adâncimii o reprezintă aeroembolia – nu atât pentru că este extrem de neplăcută, deși firește că este, cât pentru că probabilitatea să se producă e mult mai mare. Aerul pe care îl respirăm noi conține 80% azot. Când corpul uman se află sub presiune, azotul se transformă în mici bule care migrează în sânge și în țesuturi. Dacă presiunea se schimbă prea rapid – ca atunci când scufundătorul urcă prea repede –, bulele prinse în corp încep să sfârâie, exact ca o sticlă de șampanie abia destupată, blocând vasele mici de sânge, privând celulele de oxigen și provocând dureri atât de cumplite, încât cel care suferă parcă se rupe în două.

Aeroembolia a reprezentat un risc al meseriei pentru căutătorii de bureți și perle din vremuri imemorabile, dar nu a atras atenția lumii occidentale până în secolul al XIX-lea și

atunci a devenit populară printre oameni care nu se udau deloc (sau cel puțin nu prea mult și, în general, nu deasupra gleznelor). Aceștia erau muncitorii de la chesoane. Chesoanele reprezentau camere închise, uscate, construite pe paturi de râu, pentru a facilita construcția picioarelor de poduri. Erau umplute cu aer comprimat și, de multe ori, muncitorii care reveneau la suprafață după ce lucraseră o perioadă mai lungă sub presiune artificială resimțeau simptome ușoare de iritare sau mâncărime a pielii. Spre surpriza tuturor, unii dintre ei simțeau o durere mai puternică în încheieturi, iar alții sufereau leșinuri dureroase, din care puteau să nu-și mai revină niciodată.

Era de-a dreptul năucitor. Uneori, muncitorii se duceau la culcare bine sănătoși și se trezeau paralizați. Iar alteori nu se mai trezeau deloc. Ashcroft relatează o poveste despre directorii unui nou tunel pe sub Tamisa care au încins un banchet să sărbătorească, pe când tunelul era aproape încheiat. Spre consternarea lor, șampania nu a avut nicio reacție atunci când a fost desfăcută în aerul comprimat al tunelului. Mai târziu însă, când au ieșit în aerul curat al unei seri din Londra, bulele s-au descărcat imediat, înviorând în mod memorabil procesul digestiv.

Pe lângă evitarea completă a mediilor cu presiuni înalte, mai există doar două alte strategii reușite împotriva aeroemboliei. Prima constă în a te expune doar o scurtă perioadă la schimbările de presiune. De aceea practicanții scufundărilor libere despre care pomeneam mai devreme pot coborî la adâncimi de 150 m fără să fie afectați. Aceștia nu rămân la adâncime suficient timp pentru ca azotul din organismul lor să se împrășteie în țesuturi. Cealaltă soluție este

să urci în etape bine măsurate. În acest fel, micile bule de azot se disipează fără să provoace efecte negative.

O bună parte din cunoștințele noastre despre supraviețuirea în condiții extreme se datorează unei extraordinare echipe formate din tată și fiu, John Scott și J.B.S. Haldane. Chiar judecând după standardele pretențioase ale intelectualilor britanici, cei doi Haldane erau neobișnuit de excentrici. Haldane senior s-a născut în 1860 într-o familie aristocratică scoțiană (fratele lui era viconte de Haldane), dar și-a petrecut cea mai mare parte a vieții active într-o condiție modestă, ca profesor de fiziologie la Oxford. Era faimos pentru cât de distrat putea fi. Odată, soția l-a trimis sus să se schimbe pentru o cină festivă, dar el nu s-a mai întors, fiind găsit mai târziu dormind în pat, îmbrăcat în pijama. Când s-a dezmeticit, Haldane a explicat că se trezise dezbrăcându-se și a presupus că era vremea de culcare. Ideea sa de vacanță însemna o călătorie în Cornwall pentru a studia anchilostomiaza la mineri. Romancierul Aldous Huxley, nepotul lui T.H. Huxley, care a locuit o vreme cu familia Haldane, a scris despre el o parodie cu o tentă crudă, portretizându-l în omul de știință Edward Tantamount în romanul *Punct contrapunct*.

Talentul lui Haldane la scufundări consta în capacitatea sa de a respecta intervalele de odihnă necesare pentru o ascensiune din adâncimi, fără să sufere de aeroembolie, dar interesele lui includeau întreaga gamă a fiziologiei, de la studierea răului de înălțime la cățărători sau la problema insolației în deșert. Îl interesau în mod deosebit efectele gazelor toxice asupra corpului uman. Pentru a înțelege exact în ce fel scurgerile de monoxid de carbon îi ucideau pe mineri,

el s-a otrăvit metodic, luând și măsurând atent mostre din propriul sânge pe parcurs. A renunțat abia când a ajuns pe punctul de a-și pierde complet controlul mușchilor, iar nivelul de saturație din sânge a ajuns la 56% – un nivel pe care Trevor Norton îl consideră, în amuzanta sa istorie a scufundărilor, *Stars Beneath the Sea (Stelele de sub mări)*, la numai un pas de nivelul aproape cu certitudine letal.

Fiul lui Haldane, Jack, cunoscut posterității drept J.B.S., a fost o progenitură remarcabilă, atras de munca tatălui aproape din fragedă pruncie. La vârsta de trei ani, era auzit întrebându-și cu glas subțire tatăl: „Dar este oxihemoglobină sau carboxihemoglobină?”. În tinerețe, micul Haldane și-a ajutat tatăl aproape permanent la experimente. Înainte de a ajunge adolescent, cei doi testau adesea gazele și măștile de gaze împreună, făcând cu rândul, ca să vadă cât rezistau înainte să leșine.

Deși nu și-a luat nicio diplomă în științe (a studiat filologia clasică la Oxford), J.B.S. Haldane a devenit, la rândul său, un strălucit om de știință, lucrând în cea mai mare parte a timpului pentru guvern, la Cambridge. Biologul Peter Medawar, care și-a petrecut viața în jurul olimpienilor minții, l-a numit „cel mai isteț om pe care l-am cunoscut vreodată”. Huxley l-a parodiat și pe tânărul Haldane în romanul său *Dans grotesc* (1923), dar, în același timp, i-a folosit ideile despre manipularea genetică a oamenilor ca bază pentru subiectul romanului *Minunata lume nouă*. Printre multe alte reușite, Haldane a jucat un rol principal în armonizarea principiilor darwiniene ale evoluției cu lucrările asupra eredității ale lui Gregor Mendel, pentru a produce ceea ce geneticienii cunosc sub numele de Sinteza Modernă.

Probabil un caz singular în istoria ființelor umane, tânărul Haldane a considerat că Primul Război Mondial a fost „o experiență foarte plăcută” și a admis de bunăvoie că „s-a bucurat să aibă șansa să omoare oameni”. El însuși a fost rănit de două ori. După război a promovat cu succes știința popularizată, scriind douăzeci și trei de cărți (precum și peste patru sute de lucrări științifice). Cărțile sale sunt încă o lectură accesibilă și instructivă, deși nu întotdeauna ușor de găsit. În plus, a devenit un marxist entuziast. S-a sugerat, și nu numai din sarcasm, că făcea acest lucru din spirit de contradicție și că, dacă s-ar fi născut în Uniunea Sovietică, ar fi fost un monarhist fervent. În orice caz, majoritatea articolelor sale au apărut mai întâi în ziarul comunist *Daily Worker*.

Dacă principalele interese ale tatălui său se învârteau în jurul minerilor și otrăvirilor, obsesia tânărului Haldane a devenit protejarea scufundătorilor și marinarilor de pe submarine de consecințele neplăcute ale muncii lor. Cu fondurile Amiralității, a achiziționat o cameră de decompresie pe care a numit-o „oala sub presiune”. Aceasta era un cilindru metalic în care puteau fi închiși simultan trei oameni, supuși apoi testelor de diferite tipuri, toate dureroase și aproape toate periculoase. Voluntarilor li se cerea să stea în apă înghețată și să respire „o atmosferă aberantă” sau erau supuși unor schimbări de presiune rapide. Într-un experiment, însuși Haldane a simulat o ascensiune periculos de rapidă, pentru a vedea ce se întâmplă. Ce s-a întâmplat a fost că i-au explodat plombele din gură. „Aproape în urma fiecărui experiment cineva trebuia să facă o criză, să sângereze sau să vomite”, scrie Norton. Camera era practic izolată fonic, prin urmare singura modalitate prin care ocupanții ei puteau semnala

supărarea sau disconfortul era fie să bată insistent în peretele camerei, fie să ridice bilețele în dreptul unei ferestre mici.

Altă dată, în vreme ce se otrăvea cu niveluri ridicate de oxigen, Haldane a avut un atac atât de grav, încât și-a strivit câteva vertebre. Colapsul pulmonar era deja un risc de rutină. La fel de frecvente erau perforările de timpan, dar, așa cum scria liniștitor Haldane într-unul din eseurile sale, „în general, timpanele se vindecă, iar dacă rămâne vreo gaură în ele, chiar dacă persoana este mai surdă, poate să scoată fum de tutun pe urechi, ceea ce reprezintă o atracție socială”.

Cel mai șocant nu era faptul că Haldane era dispus să se supună la asemenea riscuri și neplăceri de dragul științei, ci că nu avea niciun scrupul să își împingă colegii și persoanele dragi să intre în camera cu pricina. Odată, soția sa a fost trimisă într-o scufundare simulată, în urma căreia a făcut o criză care a durat treisprezece minute. Când, în sfârșit, a încetat să se mai zbată pe podea, a fost ajutată să se ridice și apoi trimisă acasă să pregătească cina. Haldane era încântat să folosească orice persoană aflată în apropiere, inclusiv un fost prim-ministru spaniol, Juan Negrín, într-un eveniment rămas memorabil. Doctorul Negrín s-a plâns după aceea de o furnicătură ușoară și de „o ciudată senzație catifelată pe buze”, dar în rest se pare că a scăpat nevătămat. Poate chiar să se considere extrem de norocos. În urma unui experiment similar, ce consta în privarea de oxigen, Haldane a rămas cu fesele și partea inferioară a coloanei amortite vreme de șase ani.

Printre numeroasele preocupări extrem de concrete ale lui Haldane se afla și intoxicarea cu azot. Din motive încă prea puțin clarificate, la adâncimi mai mari de 30 m azotul devine

o otravă puternică. Sub influența lui, s-a raportat că scufundătorii mai au obiceiul să le ofere furtunurile de respirat peștilor aflați în trecere sau să facă o pauză de țigară. De asemenea, produce tulburări de dispoziție de-a dreptul incontrolabile. Într-un test, Haldane și-a notat că subiectul „trecea de la depresie la exaltare, acum cerând să fie depresurizat pentru că se simțea infect, pentru ca în momentul următor să râdă și să încerce să saboteze testul de dexteritate al colegului său”. Pentru a măsura rata de deteriorare a stării subiectului, cercetătorul trebuia să intre în cameră alături de voluntari, ca să poată efectua teste matematice simple. Dar după câteva minute, scria Haldane mai târziu, „cercetătorul era la fel de amețit ca voluntarul și de multe ori uita să apese pe butonul cronometrului sau să ia notițele corespunzătoare”. Cauza acestei stări este și acum un mister. Se crede că ar putea fi la fel ca în cazul beției provocate de alcool, dar pentru că nimeni nu știe sigur nici măcar cauza *acesteia*, nu suntem cu nimic mai luminați. În orice caz, în lipsa unor precauții extreme, este foarte ușor să dai de belea de îndată ce părăsești lumea de la suprafață.

Aceasta ne readuce (cât de cât) la observația noastră de mai devreme că Pământul nu este deloc o reședință confortabilă pentru un organism, chiar dacă e singura care îl primește. Din mica porțiune a suprafeței planetei suficient de uscată pentru a sta pe ea, o parte surprinzător de mare este fie prea caldă, fie prea rece, prea uscată, prea aridă, prea abruptă sau prea înaltă pentru a ne fi de vreun folos. Trebuie să recunoaștem că, în parte, este vina noastră. În termeni de adaptabilitate, este uimitor cât de neajutorați sunt oamenii.

Asemenea majorității animalelor, nu prea agreăm locurile fierbinți, dar, pentru că transpirăm atât de mult și cedăm atât de ușor atacurilor cerebrale, vulnerabilitatea noastră este mai mare decât a acestora. În cele mai vitrege condiții – pe jos, fără apă, într-un deșert fierbinte –, majoritatea oamenilor intră în delir și se prăbușesc la pământ, de cele mai multe ori pentru a nu se mai ridica niciodată, în cel mult șapte sau opt ore. Suntem la fel de nepregătiți și pentru a face față frigului. Asemenea altor mamifere, oamenii se pricep de minune să genereze căldură, dar, pentru că avem atât de puțin păr, nu suntem capabili să o conservăm. Chiar și pe o vreme relativ temperată, jumătate dintre caloriile pe care le ardeți se duc pe menținerea temperaturii corpului. Firește, putem contracara într-o mare măsură aceste vulnerabilități folosindu-ne de haine și adăposturi, dar chiar și așa porțiunile de pe Pământ pe care suntem pregătiți sau capabili să le ocupăm sunt extrem de modeste: numai 12% din întreaga suprafață uscată și doar 4% din cea totală, dacă includem și apele.

Însă, dacă ne gândim la condițiile din alte părți ale universului cunoscut, nu este de mirare că folosim atât de puțin din planeta noastră, ci că am reușit cumva să găsim o planetă din care putem folosi cât de puțin. Nu avem decât să cercetăm sistemul nostru solar – sau chiar Pământul în anumite perioade ale istoriei sale – pentru a ne da seama că majoritatea locurilor sunt mult mai aspre și mai puțin tolerante față de viață decât globul nostru temperat, albastru, acoperit de ape.

Până acum, astronauții au descoperit peste 250 de planete în afara sistemului solar, din cele zece miliarde de mii de miliarde câte se crede că există, prin urmare oamenii sunt

departe de a-și permite să afirme că sunt experți în materie; se pare însă că, pentru a găsi o planetă care să întrețină viața, trebuie să fii teribil de norocos și, cu cât formele de viață sunt mai avansate, cu atât trebuie să fii mai norocos. Diferiți observatori au identificat vreo douăzeci de puncte deosebit de norocoase pe care le-am acumulat pe Pământ, dar cum aceasta este o trecere în revistă din avion, le vom extrage pe cele patru principale.

Amplasare excelentă. Bucurându-ne de o șansă aproape înfricoșătoare, ne aflăm la distanța potrivită față de genul potrivit de stea suficient de mare pentru a radia o cantitate de energie, dar nu suficient de mare pentru a se consuma prea rapid. Faptul că o stea, cu cât este mai mare, cu atât se consumă mai repede este o curiozitate a fizicii. Dacă soarele nostru ar fi fost de zece ori mai mare decât acum, s-ar fi epuizat după zece milioane de ani, în loc de zece miliarde, iar noi nu am mai fi fost acum aici. De asemenea, avem noroc că orbităm așa cum o facem în prezent. Dacă am fi fost mai aproape, tot ce se află pe Pământ ar fi fiert până la dispariție. Dacă ne-am fi aflat mai departe, totul ar fi înghețat.

În 1978, un astrofizician pe nume Michael Hart a făcut niște calcule și a ajuns la concluzia că Pământul ar fi fost nelocuibil dacă s-ar fi aflat cu numai 1% mai departe sau cu 5% mai aproape de Soare. Aceasta nu înseamnă prea mult și, în realitate, nici nu este marja corectă. Între timp, cifrele au fost refăcute și marja lărgită puțin – limitele mai corecte ale zonei locuibile sunt considerate între 5% mai aproape și 15% mai departe – dar tot trebuie să ne încadrăm pe o centură îngustă^{*2}.

Ca să înțelegem exact cât de îngustă este, nu trebuie decât să ne uităm la Venus. Aceasta este cu numai 40 de milioane de kilometri mai aproape de Soare decât noi. Căldura Soarelui ajunge la ea cu numai două minute înainte de a ajunge la noi. Venus este foarte asemănătoare cu Pământul ca dimensiuni și compoziție, dar mica diferență de distanță a orbitelor a dus la apariția tuturor celorlalte deosebiri existente. Se pare că, în vremea de început a sistemului solar, Venus era doar puțin mai caldă decât Pământul și este foarte posibil să fi avut oceane. Dar acele câteva grade de căldură în plus au făcut ca Venus să nu-și poată păstra apele de suprafață, ceea ce a dus la consecințe dezastruoase pentru clima sa. Pe măsură ce apa s-a evaporat, atomii de hidrogen s-au eliberat în spațiu, iar atomii de oxigen s-au combinat cu carbonul, formând o atmosferă densă de dioxid de carbon, gazul efectului de seră. Venus a devenit sufocantă. Deși oamenii de vârsta mea își amintesc probabil de vremea în care astronomii sperau ca pe Venus să existe viață sub stratul de nori groși, poate chiar vreun paradis tropical verde, acum știm că mediul său este mult prea aspru pentru orice fel de viață pe care putem să ne-o imaginăm în limite rezonabile. Temperatura sa la suprafață este, cu cele 470 °C ale sale, numai bună de copt, suficient de fierbinte pentru a topi plumbul, iar presiunea atmosferică, tot de la suprafață, este de nouăzeci de ori mai mare decât cea de pe Pământ, mai mult decât poate suporta orice corp omenesc. Nu avem tehnologia necesară construirii unor costume sau măcar a unor nave spațiale cu care să îi putem face o vizită. Cunoștințele noastre despre suprafața lui Venus se bazează pe imagini surprinse cu un radar de mare distanță și pe câteva sunete ascuțite produse de o sondă sovietică fără oameni la

bord, care a fost aruncată la noroc în nori în 1972 și care abia dacă a funcționat o oră înainte să se închidă definitiv.

Așadar, iată ce se întâmplă când te duci cu două minute-lumină mai aproape de Soare. Dacă te îndrepti în sens opus, problema nu mai este căldura, ci frigul, după cum ne atestă cu răceală Marte. Și acesta era cândva un loc mai fertil, dar nu și-a putut menține atmosfera acceptabilă și a devenit un deșert înghețat.

Dar nu totul ține de distanța potrivită față de Soare, pentru că altfel Luna ar fi fertilă și înfloritoare, ceea ce știm prea bine că nu este adevărat. Pentru aceasta mai este nevoie și de:

Tipul potrivit de planetă. Cred că nu s-ar găsi prea mulți geofizicieni care, dacă li s-ar cere să-și enumere avantajele, să includă printre ele faptul că se află pe o planetă cu un interior topit, dar este aproape sigur că, în lipsa magmei ce clocotește sub noi, nu ne-am afla acum aici. Pe lângă multe altele, interiorul nostru activ a creat emisiile de gaze care ne-au ajutat să avem o atmosferă și ne-a asigurat câmpul magnetic care ne protejează ca un scut de radiațiile cosmice. De asemenea, ne-a oferit plăcile tectonice care reînnoiesc și reîncrețesc continuu suprafața. Dacă Pământul ar fi perfect plat, s-ar afla sub patru kilometri de apă. În acea imensitate oceanică singuratică ar putea exista viață, dar sigur nu s-ar juca fotbal.

Pe lângă un interior folositor, beneficiem de asemenea de elementele potrivite, în proporțiile potrivite. În sensul cel mai literal, suntem făcuți din materialul potrivit. Este ceva atât de important pentru bunăstarea noastră, încât vom discuta despre acest aspect mai pe larg imediat, dar mai înainte

trebuie să analizăm și ceilalți doi factori și vom începe cu un altul, de multe ori neglijat.

Suntem o planetă geamănă. În mod obișnuit, prea puțină lume consideră Luna o planetă-tovarășă. Dar, în realitate, chiar asta este. Majoritatea sateliților sunt minuscule în comparație cu planetele cărora le aparțin. Sateliții marțieni Phobos și Deimos, de exemplu, au numai zece kilometri în diametru. Însă Luna noastră are mai mult de un sfert din diametrul Pământului, ceea ce înseamnă că planeta noastră este singura din sistemul solar cu o lună de dimensiuni apreciabile în comparație cu ea însăși (cu excepția lui Pluto, care oricum nu contează, pentru că este ea însăși prea mică) – și cât de important este acest lucru pentru noi!

Fără influența stabilizatoare a Lunii, Pământul s-ar clătina ca beat, cine știe cu ce consecințe asupra climei și a vremii. Influența gravitațională stabilă a Lunii menține rotația Pământului la viteza și unghiul potrivite pentru producerea condițiilor necesare dezvoltării cu succes a vieții pe termen lung. Dar asta nu va merge la nesfârșit. Luna se îndepărtează din raza noastră de influență cu o viteză de 4 cm pe an. Peste încă două miliarde de ani se va fi îndepărtat atât de mult, încât nu ne va mai menține stabilitatea, iar noi va trebui să găsim alte soluții. Dar, până atunci, ar trebui să o considerăm mai mult decât o apariție agreabilă pe cerul nopții.

Multă vreme, astronomii au presupus fie că Luna și Pământul s-au format împreună, fie că Pământul a atras Luna, care plutea în derivă în jurul lui. După cum vă amintiți probabil dintr-un capitol anterior, acum considerăm că, în urmă cu circa 4,4 miliarde de ani, un obiect de dimensiunile

lui Marte s-a izbit de Pământ, aruncând în aer suficient material pentru a crea Luna din reziduuri. Evident că pentru noi a fost un lucru pozitiv – cu atât mai mult cu cât s-a întâmplat cu multă vreme în urmă. Dacă ar fi fost în 1896 sau miercurea trecută, evident că nu am mai fi nici pe departe atât de încântați. Asta ne aduce la cea de-a patra și, în multe privințe, cea mai importantă observație.

Momentul. Universul este un loc uimitor de instabil și aventuros, iar existența noastră în el este o minune. Dacă o lungă și inimaginabil de complexă suită de evenimente, care se întinde până la 4,6 miliarde de ani în urmă, nu s-ar fi desfășurat într-un anume fel și în anumite momente, dacă, pentru a da un exemplu evident, dinozaurii nu ar fi fost rași de pe fața pământului de un meteorit, acum s-ar fi putut foarte bine să aveți numai câțiva centimetri lungime, mustăți și coadă și să citiți toate acestea dintr-o vizuină.

Nu putem ști cu precizie, întrucât nu avem niciun element de comparație pentru existența noastră, dar pare evident că, dacă vrem să ajungem la stadiul unei societăți cugetătoare, relativ avansată, trebuie să ne aflăm la capătul potrivit al unui foarte lung lanț de rezultate în care s-au amestecat perioade cu o lungime rezonabilă de stabilitate cu cantitatea potrivită de presiuni și obstacole (în această privință, erele glaciare par să fi fost deosebit de folositoare), marcate de o absență totală a cataclismelor devastatoare. După cum vom vedea în paginile care ne-au mai rămas, suntem foarte norocoși că ne aflăm exact în această poziție.

Și cu aceasta, să ne îndreptăm acum atenția către elementele din care suntem alcătuiți.

Pe Pământ există nouăzeci și patru de elemente care apar în mod natural, plus alte douăzeci și trei care au fost create în laborator, dar la unele dintre acestea putem renunța imediat, așa cum de altfel au și chimiștii tendința să facă. Nu puține dintre elementele chimice ale Pământului sunt surprinzător de puțin cunoscute. Astatiniul, de exemplu, este practic nestudiat. Are un nume și un loc în Tabelul periodic al elementelor (chiar lângă poloniul lui Marie Curie), dar aproape nimic altceva. Problema nu este indiferența științei, ci raritatea lui. Pur și simplu nu există suficient astatiniu pe Pământ. Însă cel mai greu de găsit element de pe Pământ pare să fie franciul, care este atât de rar, încât se crede că pe întreaga planetă, în orice moment, nu s-ar găsi mai mult de douăzeci de atomi de franciu. În ansamblu, numai circa treizeci dintre elementele care există în mod natural se află în cantități suficiente și abia vreo șase dacă sunt de o importanță reală pentru viață.

După cum vă așteptați probabil, oxigenul este elementul cel mai abundent, reprezentând puțin sub cincizeci la sută din scoarța Pământului. Dar cu această notabilă excepție, cantitățile relative ale celorlalte elemente s-ar putea să vă surprindă. Cine ar ghici, de exemplu, că cel de-al doilea element ca abundență pe Pământ este siliciul, iar titaniul este al zecelea? Abundența nu are aproape nimic de-a face cu gradul de cunoaștere sau de utilitate pentru noi. Multe dintre elementele mai obscure sunt în realitate mai frecvente decât cele pe care le cunoaștem mai bine. Există mai mult ceriu pe Pământ decât cupru, mai mult neodim și lantan decât cobalt sau azot. Cositorul abia dacă intră în primele cincizeci, fiind

eclipsat de altele relativ mai obscure, precum praseodimul, samariul, gadoliniul sau disprosiul.

De asemenea, abundența nu are de-a face nici cu ușurința cu care a fost detectat elementul. Aluminiul este cel de-al patrulea element, cantitativ vorbind, alcătuind aproape 10% din ceea ce se află sub picioarele noastre, dar existența sa nu a fost nici măcar bănuită până când nu a fost descoperit, în secolul al XIX-lea, de Humphry Davy și, multă vreme după aceea, a fost considerat un element rar și prețios. Congresul american a fost la un pas de a pune o bandă strălucitoare din foiță de aluminiu pe vârful Monumentului Washington, pentru a arăta ce națiune prosperă și rafinată deveniseră americanii, iar cam în aceeași perioadă familia imperială franceză a renunțat la serviciul de argint pentru cinele de protocol și l-a înlocuit cu unul de aluminiu. Spiritul modei era extrem de ascuțit, deși cuțitele nu erau nici pe departe la fel.

Abundența nu este neapărat direct proporțională nici cu importanța. Carbonul este abia pe locul cincisprezece, cantitativ vorbind, reprezentând un modest 0,048% din scoarța Pământului, dar fără el am fi pierduți. Atomul de carbon se individualizează prin promiscuitatea sa nerușinată. Este petrecărețul lumii atomice, combinându-se cu foarte mulți alți atomi (inclusiv cu ai lui), ținând strâns de ei și formând trenulețe moleculare de o robustețe animată – însăși găselnița naturii pentru a forma proteinele și ADN-ul. După cum scria Paul Davies: „Dacă nu ar exista carbonul, nu ar exista nici viața așa cum o cunoaștem noi. Probabil că ar fi imposibilă orice formă de viață”. Carbonul însă nu este prea abundent nici măcar în noi, care depindem într-o atât de mare măsură de el. Din fiecare două sute de atomi din corpul

nostru, o sută douăzeci și șase sunt de hidrogen, cincizeci și unu de oxigen și doar nouăsprezece de carbon^{*3}.

Alte elemente sunt importante nu pentru a da viață, ci pentru a o menține. Avem nevoie de fier pentru a produce hemoglobina, fără de care am muri. Cobaltul este necesar pentru producerea vitaminei B12. Potasiul și puțin sodiu sunt literalmente bune pentru nervi. Molibdenul, magneziul și vanadiul ajută la menținerea fluxului de enzime. Zincul, drăguțul de el, oxidează alcoolul.

Am ajuns, prin evoluție, să utilizăm și să tolerăm aceste lucruri – altfel nu ne-am putea afla aici –, dar, chiar și așa, trăim între niște limite de toleranță destul de stricte. Seleniul este vital pentru noi toți, dar dacă înghițim un pic prea mult poate deveni ultimul lucru pe care îl vom înghiți vreodată. Gradul în care organismele au nevoie sau tolerează anumite elemente este o rămășiță a evoluției lor. Oile și vacile pasc acum la un loc, dar, în realitate, ele au nevoie de elemente minerale diferite. Vacile moderne au nevoie de destul de mult cupru, pentru că au evoluat în părți ale Europei și Africii în care exista cupru din abundență. Pe de altă parte, oile au evoluat în zone sărace în cupru din Asia Mică. De regulă, toleranța noastră față de elemente este direct proporțională cu abundența lor în scoarța Pământului, lucru cât se poate de firesc. Am evoluat astfel încât să tolerăm, ba chiar să avem nevoie, în unele cazuri, de micile cantități de elemente rare care se acumulează în fibrele și în carnea pe care le consumăm. Dar dacă mărim doza, uneori chiar cu o cantitate insignifiantă, s-ar putea să trecem un prag pe care nu ni-l dorim. Multe elemente sunt prea puțin înțelese. Nimeni nu știe cu certitudine dacă o cantitate infimă de arsenic este sau

nu necesară pentru sănătatea noastră, de exemplu. Unele autorități în materie spun că da, altele că nu. Singura certitudine este aceea că prea mult arsenic ucide.

Proprietățile elementelor pot deveni și mai ciudate atunci când le combinăm. Oxigenul și hidrogenul sunt două dintre elementele cele mai inflamabile, dar, când sunt puse la un loc, produc apa neinflamabilă^{*4}. Combinații și mai ciudate formează sodiul, unul dintre cele mai instabile elemente, și clorul, unul dintre cele mai toxice. Dacă picurați o cantitate minusculă de sodiu pur în apa obișnuită, va exploda cu suficientă forță pentru a vă ucide. Clorul este și mai cunoscut pentru nocivitatea sa. Deși în concentrații mici este bun pentru eliminarea microorganismelor (mirosul puternic pe care îl emană înălbitorii provine de la clor), în cantități mai mari este fatal. De altfel, clorul a fost unul dintre cele mai frecvente elemente care au intrat în compoziția gazelor toxice folosite în Primul Război Mondial. Și, după cum vor atesta numeroși înotători cu ochii înroșiți, corpul uman nu pare să-l aprecieze prea tare nici măcar într-o formă hiperdiluată. Dar dacă puneți aceste două elemente nesuferite la un loc, ce obțineți? Clorura de sodiu – sarea de bucătărie.

În general, dacă un element nu intră pe cale naturală în organismul nostru – dacă nu este solubil în apă, de exemplu –, avem tendința să îl respingem. Plumbul ne otrăvește deoarece nu am fost expuși la el până când nu ne-a venit ideea să îl introducem în conservele pentru mâncare și instalațiile sanitare. (Nu întâmplător, simbolul plumbului este Pb, de la latinescul *plumbum*, rădăcina cuvântului pentru „țevi” – *plumbing*.) Și romanii își aromatizau vinul cu plumb, ceea ce ar putea explica, în parte, de ce nu mai sunt astăzi forța

mondială de altădată. După cum am văzut înainte, performanțele americanilor în folosirea plumbului (ca să nu mai spunem de mercur, cadmiu și toate celelalte gaze poluante industriale cu care ne alimentăm regulat) nu ne dau prea multe motive de îngâmfare. Dacă elementele nu apar natural pe Pământ, nu am dezvoltat de-a lungul evoluției nicio toleranță la ele și, prin urmare, sunt în general extrem de toxice pentru noi – de exemplu, plutoniul. Toleranța noastră la plutoniu este zero: nu există cantitate suficient de mică încât să nu te pună jos.

V-am purtat printre considerații lungi ca să fac o observație scurtă: motivul pentru care Pământul pare miraculos de primitiv ține în mare parte de faptul că noi am evoluat astfel încât să ne adaptăm condițiilor sale. Pe noi ne minunează nu atât faptul că este capabil să întrețină viața, ci că este capabil să întrețină viața *noastră* – ceea ce, la o adică, nu este deloc surprinzător. S-ar putea ca multe dintre lucrurile care fac ca această planetă să fie atât de minunată pentru noi – un Soare bine proporționat, o Lună de sprijin, carbonul cooperant, mai multă magmă topită decât poți cuprinde și toate celelalte – să ne pară atât de minunate doar pentru că am fost construiți să ne bazăm pe ele. Nimeni nu poate afirma cu certitudine acest lucru.

S-ar putea să existe lumi care să adăpostească ființe recunoscătoare pentru lacurile lor argintii de mercur și pentru norii călători de amoniu. Poate că aceste viețuitoare sunt încântate că planeta lor nu le scutură zdravăn cu plăcile sale casante sau nu scuipă lavă peste peisaj, ci rămâne într-un permanent calm nontectonic. Vizitatorii potențiali, ajunși pe Pământ din lumi îndepărtate, ar fi cu siguranță cel puțin

dezorientați să vadă că trăim într-o atmosferă alcătuită din azot, un gaz posac, lipsit de orice chef de a reacționa cu altceva, și oxigen, care este un amic atât de apropiat al combustiei, încât trebuie să ne presărăm peste tot orașele cu unități de pompieri pentru a ne proteja de efectele sale mai active. Și chiar dacă vizitatorii noștri ar fi ființe bipede care respiră oxigen și au malluri pentru cumpărături și o adevărată pasiune pentru filmele de acțiune, este puțin probabil ca Pământul să li se pară un loc ideal. Nici măcar nu am putea să le dăm ceva de mâncare, pentru că toată mâncarea noastră conține urme de magneziu, seleniu, zinc sau alte particule elementare și este sigur că măcar unele dintre acestea ar fi otrăvitoare pentru ei. S-ar putea ca Pământul să nu li se pară deloc un paradis prielnic vieții.

Fizicianul Richard Feynman obișnuia să facă o glumă despre concluziile *a posteriori* – raționamentul invers, de la fapte cunoscute către posibilele cauze. „Știi, în seara asta mi s-a întâmplat un lucru incredibil”, spunea el. „Am văzut o mașină cu numărul de înmatriculare ARW 357. Îți dai seama? Dintre milioanele de numere din acest oraș, care erau șansele să-l văd tocmai pe ăsta în această seară? Uimitor!” Evident, dorea să sublinieze că este ușor să transformi orice situație banală într-una extraordinară dacă alegi să o consideri fatidică.

Prin urmare, este posibil ca evenimentele și condițiile care au condus la dezvoltarea vieții pe Pământ să nu fie atât de extraordinare pe cât am vrea noi să credem. Dar extraordinare au fost într-o mare măsură și de un lucru putem fi siguri: suntem obligați să ne mulțumim cu ele până găsim altele mai bune.

- *1 De când am scris această carte, recordul a fost depășit de neozeelandezul William Trubridge, care a ajuns la 86 de metri în aprilie 2008.
- *2 Descoperirea extremofilelor în vulcanii noroioși din Yellowstone și a altor organisme similare în alte locuri i-a condus pe cercetători la concluzia că viața de un anumit tip s-ar putea extinde mult dincolo de aceste limite – poate chiar sub suprafața înghețată a lui Pluto. Dar noi vorbim aici despre condiții care să ducă la ființe de suprafață cu un grad crescut de complexitate.
- *3 Din ceilalți patru, trei sunt de azot, iar cel rămas se împarte între toate celelalte elemente.
- *4 Oxigenul în sine nu este inflamabil; el doar facilitează combustia altor substanțe. Iar aceasta este o veste excelentă, pentru că altfel, de câte ori ați aprinde un băț de chibrit, aerul din jur ar izbucni în flăcări. Pe de altă parte, hidrogenul în stare gazoasă *este* extrem de inflamabil, după cum ne-a demonstrat dirijabilul *Hindenburg* la 6 mai 1937, în Lakehurst, New Jersey, când hidrogenul din el a explodat ucigător, făcând treizeci și șase de victime.

Capitolul 17

Spre troposferă

Ce noroc pe capul nostru că există atmosfera. Ne ține de cald. Fără ea, Pământul ar fi o bilă înghețată, lipsită de viață, cu o temperatură medie de -50°C . În plus, atmosfera absoarbe sau respinge razele cosmice care se îndreaptă spre noi, particulele cu sarcină electrică, razele ultraviolete și altele asemenea. Pernuța gazoasă a atmosferei este echivalentă cu un strat protector de beton de 4,5 m grosime, fără de care acești vizitatori invizibili din spațiu ne-ar străpunge ca niște minuscule pumnale. Chiar și picăturile de ploaie ne-ar bombardă până am cădea lați, dacă nu le-ar încetini atmosfera.

Cea mai uimitoare caracteristică a atmosferei noastre este aceea că nu e prea multă. Se întinde până pe la 190 km înălțime, o distanță generoasă atunci când este privită de la nivelul solului, dar, dacă am reduce Pământul la dimensiunea unui glob de birou standard, atmosfera ar avea doar grosimea a vreo două straturi de lac.

Pentru comoditatea demersului științific, atmosfera este împărțită în patru straturi inegale: troposfera, stratosfera, mezosfera și ionosfera (acum numită de multe ori termosferă). Troposfera este partea cea mai dragă nouă. Ea

singură conține suficientă căldură și oxigen pentru a ne permite să trăim normal, deși, pe măsură ce urci în straturile ei superioare, și ea devine brusc tot mai ostilă vieții. De la nivelul solului până la cel mai înalt punct al său, troposfera (sau „sfera schimbătoare”) are o grosime de circa 16 km la ecuator și maximum 10 sau 11 km în zonele temperate, unde trăim cei mai mulți dintre noi. Optzeci la sută din masa atmosferei, practic toată apa și, astfel, toate condițiile atmosferice, se regăsește în acest strat subțire și dens. Între dumneavoastră și dispariție nu se află prea multe.

Dincolo de troposferă se găsește stratosfera. Atunci când vedeți vârful unui nor de furtună aplatizându-se în forma clasică de nicovală, observați de fapt granița dintre troposferă și stratosferă. Acest tavan invizibil este cunoscut drept tropopauză și a fost descoperit în 1902 de un francez, Léon-Philippe Teisserenc de Bort, dintr-un balon. „Pauză” în acest context nu înseamnă o oprire momentană, ci o încetare permanentă; derivă din aceeași rădăcină ca „menopauză”, din limba greacă. Chiar și în punctul de maximă grosime al troposferei, tropopauza nu se află prea departe. Un ascensor rapid, de genul celor folosite în zgârie-norii moderni, v-ar duce până acolo în circa douăzeci de minute, deși mai sănătos ar fi să nu întreprindeți această aventură. O ascensiune atât de rapidă, fără presurizare, ar duce, în cel mai fericit caz, la edeme pulmonare și cerebrale severe, un exces periculos de fluide în țesuturile corpului. Când ușile s-ar deschide ca să puteți coborî pentru a admira priveliștea panoramică, toți cei aflați înăuntru ar fi morți sau pe moarte. Chiar și o ascensiune mai cumpătată ar fi însoțită de un disconfort serios. La zece kilometri altitudine, temperatura poate scădea la -57°C și ați

avea nevoie de oxigen suplimentar sau cel puțin l-ați accepta cu mare recunoștință.

După ce ați părăsit troposfera, temperatura urcă din nou până la circa 4 °C, grație efectelor absorbante ale ozonului (o altă descoperire a lui de Bort în îndrăzneța sa ascensiune din 1902). Apoi scade brusc până la -90 °C în mezosferă, înainte să țâșnească brusc la 1.500 °C sau chiar mai mult în foarte sugestiv intitulată, dar eratică termosferă, unde temperaturile pot varia cu peste 500 °C de la zi la noapte – deși trebuie spus că la asemenea înălțimi „temperatura” devine un concept oarecum teoretic. Temperatura este în realitate doar o măsură a activității moleculelor. La nivelul mării, moleculele de aer sunt atât de grele, încât o moleculă se poate mișca pe o distanță infimă – cam a opta milioane parte dintr-un centimetru, ca să fim mai exacti – înainte să se ciocnească de o alta. Pentru că în permanență se ciocnesc mii de miliarde de molecule, acestea transferă cantități mari de căldură. Dar la înălțimea termosferei, la peste optzeci de kilometri, aerul este atât de rarefiat, încât oricare două molecule se află la kilometri depărtare una de alta și nu intră aproape niciodată în contact. Astfel că, deși fiecare moleculă este foarte caldă, interacțiunile lor sunt puține și de aceea transferul de căldură este infim. Este un lucru bun pentru sateliți și navele spațiale, pentru că, dacă ar exista un transfer de căldură mai eficient, orice obiect făcut de mâna omului care orbitează la acel nivel ar izbucni în flăcări.

Chiar și așa, navele spațiale trebuie să aibă grijă în atmosfera înaltă, mai ales în momentul întoarcerii pe Pământ, după cum ne-a demonstrat atât de dramatic naveta *Columbia* în februarie 2003. Deși atmosfera este foarte rarefiată, dacă o

navă intră în ea într-un unghi prea ascuțit – mai mare de aproximativ șase grade – sau prea brusc, se poate izbi de suficiente molecule pentru a da naștere unei reacții de natură extrem de explozivă. Dimpotrivă, dacă un vehicul intră în atmosferă într-un unghi prea mare, ar putea fi aruncat înapoi în spațiu ca o piatră ce sare pe suprafața apei.

Dar nu este nevoie de o aventură la granița atmosferei pentru a ne reaminti ce ființe legate fără scăpare de pământ suntem. După cum știe orice om care locuiește într-un oraș aflat la altitudine, nu trebuie să urcați prea multe sute de metri față de nivelul mării ca să vedeți cum corpul începe să protesteze. Chiar și alpiniștii experimentați, care se bucură de o bună condiție fizică, de antrenament și rezerve de oxigen, odată ajunși la înălțime, devin imediat vulnerabili unor stări de confuzie, greață, epuizare, degerături, hipotermie, migrene, pierderea poftei de mâncare și multe alte disfuncții neplăcute. Corpul uman îi amintește proprietarului său prin mii de semnale evidente că nu a fost alcătuit pentru a funcționa la înălțimi atât de mari față de nivelul mării.

Alpinistul Peter Habeler scria despre condițiile din vârful Everestului: „Chiar și în cele mai favorabile circumstanțe, fiecare pas făcut la acea altitudine cere un colosal efort de voință. Trebuie să-ți impui să faci următoarea mișcare, să te întinzi după următorul punct de sprijin pentru mâini. Ești permanent amenințat de o oboseală ucigătoare, ca de plumb”. În *The Other Side of Everest (Cealaltă față a Everestului)*, alpinistul și cineastul britanic Matt Dickinson arată cum Howard Somervell, într-o expediție britanică pe Everest din 1924, „s-a trezit sufocându-se după ce o bucată de carne infectată s-a desprins și i-a blocat esofagul”. Într-un suprem

efort de voință, Somervell a reușit să tușească și să scuipe blocajul, care s-a dovedit a fi „întreaga mucoasă de pe laringele său”.

Este cunoscut faptul că organismul atinge un nivel periculos de disconfort la peste 7.500 m – o zonă cunoscută de alpiniști sub numele de Zona Morții –, dar mulți oameni se simt slăbiți serios, ba chiar se îmbolnăvesc grav la înălțimi ce nu depășesc 4.500 m. Fragilitatea nu are nimic de-a face cu condiția fizică. Uneori, bunicuții se simt excelent în zone înalte, în vreme ce urmașii lor, mult mai în formă, sunt reduși la neputință până coboară din nou la altitudini mai joase.

Limita absolută a toleranței umane pentru a duce o existență neîntreruptă pare să fie de circa 5.500 m, dar chiar și oamenii condiționați să trăiască la acea altitudine s-ar putea să nu tolereze înălțimea multă vreme. În *Life at the Extremes (Viața la extreme)*, Frances Ashcroft remarcă faptul că există exploatare miniere de sulf în Anzi la 5.800 m înălțime, dar că minerii preferă să coboare 460 m în fiecare seară și să urce înapoi în ziua următoare, în loc să trăiască neîntrerupt la acea înălțime. Oamenii care trăiesc în mod obișnuit la altitudine au de multe ori în spate mii de ani de evoluție în care și-au dezvoltat piepturi și plămâni disproporționat de mari și și-au mărit densitatea de globule roșii din sânge, purtătoare de oxigen, cu aproape o treime, deși există o limită până la care sângele își poate mări cantitatea de globule roșii, dincolo de care devine prea gros pentru o curgere fluidă. Mai mult, la peste 5.500 m altitudine, nici măcar cele mai adaptate femei nu pot asigura fătului nenăscut suficient oxigen pentru a duce sarcina la termen.

În anii 1780, când au început ascensiunile experimentale în balon în Europa, oamenii au fost surprinși cât de răcoare se făcea pe măsură ce urcau. Temperatura scade cam cu $1,6^{\circ}\text{C}$ la fiecare mie de metri altitudine. Logica elementară ar spune că, pe măsură ce te apropii mai mult de sursa de căldură, ar trebui să-ți fie din ce în ce mai cald. Parțial, lucrurile se explică prin aceea că, de fapt, nu te apropii cu adevărat de Soare. Soarele se află la aproape o sută cincizeci de milioane de kilometri depărtare. O apropiere de câteva sute de metri de el este ca și cum ai sta în Ohio, ai face un pas către un incendiu izbucnit în deșertul australian și te-ai aștepta să simți mirosul de fum. Răspunsul ne îndreaptă din nou către problema densității moleculelor din atmosferă. Căldura Soarelui încarcă atomii cu energie. Crește ritmul în care aceștia se zbânțuie și se zdruncină, iar starea lor mai energică îi face să se izbească unul de altul, eliberând căldura. Când simțiți căldura Soarelui pe spate într-o zi de vară, de fapt percepeți atomii excitați. Cu cât urcăm la înălțimi mai mari, cu atât există mai puține molecule și deci mai puține coliziuni între ele. Aerul este o chestie înșelătoare. Chiar și la nivelul mării, avem tendința să considerăm că aerul este eteric și lipsit de greutate. În realitate, el apasă, iar apăsarea sa are de multe ori consecințe. Acum mai bine de un secol, cercetătorul marin Wyville Thomson scria: „Uneori, când ne trezim dimineața, descoperim că barometrul a urcat cu 2,5 centimetri și peste noi s-a depus în timpul nopții, în tăcere, o greutate de aproape o jumătate de tonă, dar nu simțim niciun disconfort, ci, dimpotrivă, un sentiment de exaltare și vioiciune, pentru că este nevoie de un efort mai mic pentru a ne mișca trupurile într-un mediu mai dens”. Motivul pentru care nu ne simțim

zdrobiți sub jumătatea de tonă de presiune în plus este același pentru care trupul nostru nu este strivit la mare adâncime sub apă: este alcătuit în cea mai mare parte din fluide necomprimabile, care reacționează egalizând presiunea între interior și exterior.

Dar de îndată ce aerul se pune în mișcare, ca într-o furtună sau chiar o adiere mai puternică, vă veți aminti imediat că are o masă considerabilă. Există circa 5.200 de milioane de milioane de tone de aer în jurul nostru – aproximativ 65 de milioane de tone pentru fiecare kilometru pătrat de planetă –, un volum deloc neglijabil. Când milioane de tone de atmosferă trec pe lângă tine cu o viteză de 50-60 de kilometri pe oră, nu mai este deloc o surpriză să vezi cum crengile de copaci se rup, iar țiglele zboară de pe acoperișuri. După cum remarcă Anthony Smith, un front atmosferic tipic poate conține șapte sute cincizeci de milioane de tone de aer rece ținute sub un miliard de tone de aer mai cald. Nu mai este de mirare că uneori rezultatul îți dă fiori meteorologici.

Categoric, lumea de deasupra capetelor noastre nu duce lipsă de energie. S-a calculat că o furtună poate conține o cantitate de energie egală cu consumul de electricitate pe patru zile în Statele Unite. În condițiile potrivite, norii de furtună se pot ridica la înălțimi de zece până la cincisprezece kilometri și conțin curenți ascendenți sau descendenți cu viteze de peste 150 de kilometri la oră. De multe ori, ei se află unul lângă altul și cam acesta ar fi motivul pentru care piloții nu vor să zboare prin ei. În vârtejul intern, particulele din nor se încarcă electric. Din motive incomplet înțelese, particulele mai ușoare tind să se încarce cu sarcină pozitivă și să fie purtate de curenții de aer către vârful norului. Particulele mai

grele rămân la bază și acumulează sarcină negativă. Aceste particule încărcate negativ simt o puternică chemare de a se repezi către Pământul încărcat cu sarcină pozitivă și cel mai bine este să nu te afli în calea lor. Un fulger se deplasează cu 435.000 de kilometri pe oră și poate încălzi aerul din jurul său până la un incandescent 28.000 °C, de câteva ori mai încins decât suprafața Soarelui. În orice moment, pe glob au loc circa 1.800 de furtuni – în medie, 40.000 pe zi. Pe toată planeta, zi și noapte, cam la fiecare secundă, Pământul este lovit de circa o sută de descărcări electrice. Cerul e un loc plin de viață.

Multe dintre cunoștințele noastre despre ceea ce se petrece în atmosferă sunt surprinzător de recente. Curenții de aer foarte rapizi din stratosferă, cunoscuți sub numele de *jet stream*, aflați de obicei la circa 9.000-10.000 m altitudine, se pot deplasa cu până la 300 km pe oră și pot influența sistemele atmosferice deasupra unor continente întregi, iar cu toate acestea existența lor a fost bănuită abia atunci când piloții au început să îi întâlnească, în timpul celui de-al Doilea Război Mondial. Chiar și acum, multe dintre fenomenele atmosferice sunt doar vag înțelese. O formă de mișcare ondulatorie cunoscută popular sub numele de „goluri de aer” (CAT – *clear-air turbulence*) animă uneori zborurile avioanelor. Anual, apar în medie douăzeci de astfel de incidente suficient de severe pentru a fi înregistrate. Nu sunt asociate cu formațiuni noroase ori cu altceva ce poate fi detectat vizual sau pe radar. Sunt doar aglomerări de turbulențe în mijlocul cerului liniștit. Într-un incident tipic, un avion de pe ruta Singapore-Sydney zbura peste Australia Centrală în condiții calme, când a pierdut brusc 90 m în înălțime – suficient pentru a-i arunca pe cei care nu purtau centurile de siguranță în tavan.

Douăsprezece persoane au fost rănite, dintre care una grav. Nimeni nu știe ce anume provoacă aceste perturbări bruște de aer.

Procesul care mișcă masele de aer în atmosferă este același care alimentează motorul intern al planetei, și anume convecția. Aerul cald și umed din regiunile ecuatoriale se ridică până când atinge bariera tropopauzei, unde se disipează. Pe măsură ce se îndepărtează de ecuator și se răcește, se scufundă. Când ajunge jos, o parte din acest aer descendent caută o arie de presiune joasă pe care să o umple, așa că se îndreaptă din nou spre ecuator, încheind astfel circuitul.

La ecuator, procesul de convecție este în general stabil, iar vremea relativ previzibilă, dar în zonele temperate tiparele sunt mult mai particularizate în funcție de anotimp, localizate și aleatorii, ceea ce duce la nesfârșite confruntări între sistemele de aer de joasă presiune și cele de înaltă presiune. Sistemele de joasă presiune sunt create de aerul care se ridică și care trimite moleculele de apă către cer, formând norii și, într-un final, ploaia. Aerul cald poate conserva mai multă umezeală decât aerul rece, de aceea furtunile tropicale și de vară au tendința să fie cele mai bogate în precipitații. Astfel, ariile de joasă presiune sunt în general asociate cu nori și ploaie, iar cele de înaltă presiune anunță soare și vreme frumoasă. Când două astfel de sisteme se întâlnesc, de multe ori această întâlnire se manifestă la nivelul formațiunilor de nori. De exemplu, norii stratus – acele formațiuni nesuferite, lăbărțate care ne aduc un cer încărcat – se formează atunci când curenții de aer ascendenți, care conțin umezeală, nu au

energia necesară să pătrundă printr-un nivel de aer mai stabil de deasupra și, în schimb, se întind, precum fumul atunci când atinge tavanul. Dacă vă uitați la un fumător, o să vă faceți o idee destul de clară despre cum funcționează lucrurile, urmărind fumul care se ridică dintr-o țigară într-o cameră liniștită. La început, fumul se duce drept în sus (dacă vreți să impresionați pe cineva, să știți că aceasta se numește curgere laminară), iar apoi se răspândește într-un strat văluros și difuz. Nici cel mai performant computer din lume, care ar efectua măsurători în mediul cel mai atent controlat posibil, nu ar putea prezice cu acuratețe ce forme vor lua aceste încrețituri, prin urmare, vă închipuiți cu ce dificultăți se confruntă meteorologii când încearcă să prezică mișcările lor în lumea la scară naturală, aflată în rotație și în calea vânturilor.

Ceea ce știm însă este că apar diferențe de presiune atmosferică, întrucât căldura Soarelui este distribuită inegal pe planetă. Aerul nu se poate adapta la acest lucru, de aceea gonește de colo-colo, încercând să egalizeze totul peste tot. Vântul este pur și simplu o modalitate prin care aerul încearcă să țină lucrurile în echilibru. Aerul circulă întotdeauna din zonele de presiune înaltă spre zonele de presiune joasă (după cum vă așteptați; gândiți-vă la orice obiect care conține aer sub presiune – un balon sau o butelie de aer, un avion cu o fereastră lipsă – și gândiți-vă cu câtă insistență vrea acel aer sub presiune să plece în altă parte) și, cu cât diferența de presiune este mai mare, cu atât vântul suflă mai cu putere.

Ca o precizare, asemenea majorității lucrurilor care se acumulează, viteza vântului crește exponențial, prin urmare, dacă vântul bate cu 300 km pe oră, el nu este doar de zece ori

mai puternic decât vântul care bate cu 30 km pe oră, ci de o sută de ori mai puternic – și, evident, mai distructiv. Dacă în acest efect accelerator introducem câteva milioane de tone de aer, vom obține o energie devastatoare. O furtună tropicală poate elibera în douăzeci și patru de ore atâta energie câtă folosește într-un an o țară bogată de dimensiuni medii, precum Marea Britanie sau Franța.

Tendința atmosferei de a-și echilibra presiunea a fost bănuită mai întâi de Edmond Halley – omniprezentul – și dezvoltată în secolul al XVIII-lea de colegul său britanic George Hadley, care a observat că acele coloane de aer care urcă și coboară au tendința să producă „celule” (cunoscute de atunci sub numele de „celule Hadley”). Deși de profesie avocat, Hadley era foarte interesat de vreme (era, la urma urmei, englez) și a sugerat chiar o legătură între celulele sale, rotația Pământului și deviațiile evidente ale aerului care produc alizeele. Însă cel care a explicat detaliile acestor interacțiuni în 1835 a fost Gustave-Gaspard de Coriolis, profesor la École Polytechnique din Paris, și de aceea îl numim efectul Coriolis. (Celălalt merit al lui Coriolis, la aceeași școală, a fost să introducă instalațiile pentru răcirea apei, care se pare că și astăzi sunt cunoscute acolo sub numele de corios.) Pământul se rotește alert, cu 1.675 de kilometri pe oră la ecuator, deși, pe măsură ce te îndrepti spre poli, viteza scade considerabil până la circa 900 de kilometri pe oră la Londra sau Paris, de exemplu. Dacă ne gândim bine, motivul este simplu de înțeles. Dacă te afli la ecuator, Pământul care se învâрте trebuie să te poarte pe o distanță destul de mare – în jur de 40.000 km – pentru a te aduce în același loc, în vreme ce, dacă te afli lângă Polul Nord, ar putea fi nevoie de numai

câțiva metri pentru o rotație completă; cu toate acestea, în ambele cazuri este nevoie de douăzeci și patru de ore pentru a ajunge de unde ai plecat. Concluzia logică este deci că, cu cât te afli mai aproape de ecuator, cu atât trebuie să te învârti mai repede.

Efectul Coriolis explică de ce orice obiect care se mișcă prin aer într-o linie dreaptă, paralelă cu rotația Pământului, dacă se află la distanța potrivită, pare să se curbeze spre dreapta în emisfera nordică și spre stânga în emisfera sudică, pe măsură ce Pământul se mișcă dedesubtul său. Analogia standard pentru a vizualiza acest lucru este să vă închipuiți că vă aflați în centrul unui carusel mare și că aruncați o minge către cineva aflat pe margine. Până când mingea ajunge în acel loc, persoana țintă s-a îndepărtat, iar mingea trece prin spatele său. Din perspectiva celeilalte persoane, pare că mingea a făcut o curbă și a trecut pe lângă ea. Acesta este efectul Coriolis, cel care formează curbele sistemelor atmosferice și face ca furtunile să se deplaseze învârtindu-se ca niște titirezi. Tot în funcție de efectul Coriolis trebuie să se adapteze și armele navale atunci când lansează proiectile de artilerie; un proiectil aruncat la 25 km, fără ajustare, va devia cu circa 100 m și va plonja în mare fără niciun efect.

În raport cu importanța practică și psihologică pe care o are starea vremii pentru aproape toată lumea, trebuie să constatăm că meteorologia a devenit o știință foarte târziu, puțin înainte de începutul secolului al XIX-lea (deși cuvântul „meteorologie” există de prin 1626, când a fost inventat de T. Granger într-o carte de logică).

O parte a problemei a reprezentat-o faptul că, pentru a te ocupa eficient de meteorologie, este nevoie de măsurători precise ale temperaturilor, iar multă vreme termometrele s-au dovedit a fi mult mai greu de construit decât vă imaginați. O măsurătoare corectă depindea de practicarea unui canal perfect egal într-un tub de sticlă, iar acest lucru nu era deloc ușor. Prima persoană care a rezolvat problema a fost Daniel Gabriel Fahrenheit, un fabricant olandez de instrumente, care a produs un termometru cu un grad mare de precizie în 1717. Însă, din motive necunoscute, a fixat instrumentul astfel încât punctul de îngheț să fie la 32 de grade, iar cel de fierbere la 212 grade. Această excentricitate a numerelor a deranjat multă lume de la bun început, iar în 1742 Anders Celsius, un astronom suedez, a oferit o scală alternativă. Ca dovadă că rareori inventatorii reușesc să facă ceva bine până la capăt, Celsius a fixat punctul de fierbere la 0 și punctul de îngheț la 100 pe scala sa, dar curând au fost inversate.

Persoana identificată cel mai des drept părintele meteorologiei moderne este farmacistul englez Luke Howard, care a devenit cunoscut la începutul secolului al XIX-lea. Howard a rămas în memoria posterității până în prezent în principal pentru faptul că, în 1803, a denumit diferitele tipuri de nori. Deși era un membru activ și respectat al Linnaean Society și aplicase principiile linnaeane în noua sa schemă, Howard a ales obscura Askesian Society drept forum pentru a-și anunța noua schemă de clasificare. (După cum poate vă amintiți dintr-un capitol anterior, Askesian Society era organizația ai cărei membri erau neobișnuit de atașați de plăcerile oxidului azotic, prin urmare, nu putem decât să sperăm că aceștia au tratat prezentarea lui Howard cu atenția

sobră pe care o merita. Asupra acestui punct exegeții lui Howard păstrează o tăcere curioasă.)

Howard a împărțit norii în trei grupe: stratus, pentru norii cu mai multe straturi, cumulus pentru cei pufoși (cuvântul înseamnă „adunat grămadă” în latină) și cirus (cârlionțați) pentru formațiunile înalte, subțiri, rarefiate, care prevestesc în general o vreme mai rece. Mai târziu, el le-a adăugat un al patrulea tip, nimbus (de la cuvântul latin pentru „nor”), pentru norii de ploaie. Frumusețea sistemului lui Howard consta în faptul că aceste componente de bază puteau fi mai apoi recombinate liber pentru a descrie orice formă și dimensiune a unui nor – stratocumulus, cirostratus, cumulonimbus și tot așa. A avut un răsunător succes imediat – și nu numai în Anglia. Goethe a fost atât de încântat de sistem, încât i-a dedicat lui Howard patru poeme.

Sistemul lui Howard a fost mult îmbogățit de-a lungul anilor, într-atât încât enciclopedicul, dar prea puțin cititul *International Cloud Atlas* se întinde pe două volume, dar interesant este faptul că practic toate tipurile de nori inventate după Howard – mammatus, pileus, nebulosis, spissatus, floccus și mediocris sunt doar câteva exemple – nu au avut priză la oamenii din afara meteorologiei și nici în interiorul ei prea mult, după cum am auzit. În treacăt fie spus, prima ediție mult mai concisă a atlasului, produsă în 1896, împărțea norii în zece tipuri de bază, dintre care cel mai umflat și mai pufos era numărul nouă, cumulonimbus^{*1}. Se pare că aceasta este sursa expresiei „a fi în al nouălea cer”.

În ciuda greutății și furiei câte unui nor de furtună cu cap de nicovală, norii sunt în mod obișnuit benigni și mult mai inconsistente decât v-ați imagina. Un cumulus de vară pufos,

de câteva sute de metri, abia dacă are 100 până la 150 de litri de apă – „cam cât să umpli o vană ceva mai mare”, scria James Trefil. Îți poți face o idee despre cât de imaterial poate fi un nor făcând o plimbare prin ceață – știați că, de fapt, ceața nu este nimic altceva decât un nor ce nu are chef să zboare? Ca să-l cităm din nou pe Trefil: „Dacă parcurgi o sută de metri printr-o ceață obișnuită, vei intra în contact numai cu circa opt mililitri de apă – nici măcar cât să iei o înghițitură ca lumea”. Deci nu ne putem gândi la nori ca la niște rezervoare de apă. În orice moment, numai circa 0,035% din apa dulce de pe Pământ plutește în jurul și deasupra noastră.

Predicțiile despre ce se va întâmpla cu o moleculă de apă se întind pe o paletă foarte largă, în funcție de locul în care cade. Dacă va cădea pe sol fertil, va fi înghițită de plante sau se va evapora direct, din nou, în câteva zile sau chiar ore. Dacă își croiește însă drum până în pânza freatică, s-ar putea să nu mai vadă lumina soarelui ani de zile sau chiar mii de ani, dacă ajunge la o adâncime destul de mare. Când vă uitați la un lac, vă uitați la o colecție de molecule care stau acolo de circa un deceniu. Se crede că în ocean perioada medie de rezidență este de circa o sută de ani. În general însă, cam 60% dintre moleculele de apă dintr-o ploaie se întorc în atmosferă într-o zi sau două. După ce s-au evaporat, stau maximum o săptămână – Drury spune că douăsprezece zile – în nori, înainte să cadă din nou sub formă de ploaie.

Evaporarea este un proces rapid, după cum puteți observa și singuri dacă priviți ce se întâmplă cu o băltoacă cu apă de ploaie într-o zi de vară. Chiar și o mare de dimensiunile Mediteranei s-ar usca total într-o mie de ani dacă nu ar fi reaprovizionată permanent. Un astfel de eveniment a avut loc

cu aproape șase milioane de ani în urmă și a provocat ceea ce știința numește criza de salinitate din messinian^{*2}. Atunci, mișcarea continentală a închis strâmtoarea Gibraltar. Pe măsură ce Marea Mediterană se usca, conținutul său evaporat cădea sub formă de ploaie cu apă dulce în alte mări, diluându-le ușor salinitatea, însă suficient pentru ca acestea să înghețe pe suprafețe mai mari decât în mod normal. Aria extinsă de gheață a respins mai mult din căldura Soarelui și a împins Pământul într-o eră glaciară. Cel puțin așa susțin teoriile.

Tot ce putem afirma cu certitudine este că o schimbare cât de mică din dinamica Pământului poate avea repercusiuni dincolo de limitele imaginației. Vom vedea mai jos că este posibil ca tocmai un astfel de eveniment să ne fi creat pe noi.

Adevărata centrală energetică a comportamentului de suprafață al planetei sunt oceanele. Este din ce în ce mai accentuată tendința meteorologilor de a trata atmosfera și oceanele ca un singur sistem, de aceea trebuie să le acordăm aici puțină atenție. Apa reușește de minune să păstreze și să transporte căldura – ba chiar în cantități inimaginabile. În fiecare zi, Curentul Golfului transportă către Europa o cantitate de căldură echivalentă cu producția de cărbune a lumii pe zece ani, motiv pentru care Anglia și Irlanda au ierni atât de ușoare în comparație cu Canada și Rusia. Dar, în același timp, apa se încălzește într-un ritm lent, de aceea lacurile și piscinele sunt reci chiar și în zilele cele mai fierbinți. De aceea, în general, apare un decalaj între începutul astronomic oficial al unui anotimp și momentul în care avem sentimentul concret că anotimpul a început. Astfel, primăvara începe oficial în martie în emisfera nordică, dar în majoritatea

locurilor abia dacă se face simțită prin aprilie, în cel mai bun caz.

Oceanele nu reprezintă o masă uniformă de apă. Diferențele de temperatură, salinitate, adâncime, densitate și toate celelalte au efecte importante asupra mișcării căldurii, care, la rândul ei, influențează clima. De exemplu, Atlanticul este mai sărat decât Pacificul, un lucru foarte bun. Cu cât apa este mai sărată, cu atât este mai densă, iar apa densă se scufundă. Fără surplusul de sare, curenții din Atlantic ar urca până în Oceanul Arctic, încălzind Polul Nord, dar privând Europa de atât de plăcuta ei căldură. Principalul agent al transferului de căldură pe Pământ este cunoscut sub numele de circulație termohalină, care își are originea în curenții lenti de foarte mare adâncime – un proces detectat pentru prima dată de contele von Rumford, cercetătorul aventurier, în 1797^{*3}. Fenomenul este următorul: apele de suprafață, pe măsură ce se apropie de Europa, devin mai dense și se scufundă la mari adâncimi, de unde încep o lungă călătorie înapoi, către emisfera sudică. Când ajung în Antarctica, sunt prinse în Curentul Antarctic Circumpolar, care le împinge către Pacific. Procesul este foarte lent – poate dura până la 1.500 de ani pentru ca apa să ajungă din Atlanticul de Nord până în mijlocul Pacificului –, dar volumele de căldură și apă pe care le transportă sunt considerabile, iar influența asupra climei este enormă.

(Cât despre felul în care ar putea cineva afla cât îi ia unei picături de apă să ajungă dintr-un ocean în celălalt, răspunsul este că oamenii de știință pot măsura anumiți compuși din apă, cum ar fi clorofluorocarbonii, și pot calcula apoi cât a trecut de când au fost ultima oară în aer. Comparând o

mulțime de măsurători de la diferite adâncimi și din diferite poziții, pot descrie cu oarecare acuratețe mișcarea apei.)

Circulația termohalină nu numai că transportă căldura, ci ajută și la introducerea în sistem a substanțelor nutritive, pe măsură ce curenții se ridică și coboară, ceea ce ajută peștii și alte creaturi marine, punându-le la dispoziție volume mai mari de ocean locuibil. Din nefericire, se pare că și circulația poate fi extrem de sensibilă la schimbare. Potrivit simulărilor pe computer, chiar și o diluare minoră a conținutului de sare din ocean – de la topirea crescândă a ghețarilor din Groenlanda, de exemplu – ar putea întrerupe ciclul, cu efecte dezastruoase.

Mările ne fac și un alt mare serviciu. Înghit volume enorme de carbon și oferă mijloacele pentru a-l depozita în siguranță. Una dintre ciudățeniile sistemului nostru solar este aceea că Soarele arde cu circa 25% mai puternic acum decât în vremurile de început ale sistemului solar. Aceasta ar fi trebuit să ducă la o încălzire considerabilă a Pământului. După cum spune geologul englez Aubrey Manning, „această schimbare colosală ar fi trebuit să aibă un efect absolut catastrofal asupra Pământului și totuși se pare că lumea noastră aproape că nu a fost afectată”.

Așadar, ce anume menține planeta noastră rece și stabilă? Viața. Mii și mii de miliarde de minuscule organisme marine, de care cei mai mulți dintre noi nu au auzit niciodată – foraminifere, alge calcaroase și coccolite –, preiau carbonul atmosferic sub formă de dioxid de carbon, când acesta cade ca ploaie, și îl folosesc (în combinație cu alte lucruri) pentru a-și construi minusculele cochilii. Stocând carbonul în cochiliile lor, îl împiedică să se evapore din nou în atmosferă, unde ar

deveni periculos prin acumularea sub formă de gaze de seră. Într-un târziu, toate acele minuscule foraminifere și coccolite mor și cad pe fundul mării, unde se comprimă și intră în compoziția calcarului. Când privești un fenomen natural atât de minunat precum falezele albe din Dover, Anglia, este remarcabil faptul că sunt alcătuite aproape în întregime din minuscule organisme marine decedate, dar și mai remarcabil este cât carbon au reușit să sechestreze ele laolaltă. Un cub de cretă de Dover cu latura de 15 cm conține peste 1.000 l de dioxid de carbon comprimat care, dacă s-ar afla oriunde în altă parte, nu ne-ar aduce nimic bun. În ansamblu, în rocile de pe Pământ se află stocat de circa optzeci de mii de ori mai mult carbon decât în atmosferă. Într-un târziu, o bună parte din această rocă va servi drept material vulcanic, care se va întoarce în atmosferă și va cădea pe Pământ sub formă de ploaie, motiv pentru care acesta este numit ciclul natural al carbonului pe termen lung. Procesul durează foarte mult – circa o jumătate de milion de ani pentru un atom obișnuit de carbon –, dar, în absența altor tulburări, reușește de minune să mențină clima stabilă.

Din păcate, ființele umane au o înclinație care frizează inconștiența către tulburarea acestui ciclu, prin introducerea unui exces de carbon în atmosferă, indiferent dacă foraminiferele sunt pregătite să-l înghită sau nu. S-a estimat că, începând cu 1850, am pulverizat în aer circa o sută de miliarde de tone de carbon în exces, cu o creștere de circa șapte miliarde de tone anual. În ansamblu, aceasta nu înseamnă chiar atât de mult. Natura – în special prin erupțiile vulcanice și degradarea plantelor – trimite aproximativ două sute de miliarde de tone de dioxid de carbon în atmosferă în

fiecare an, aproape de treizeci de ori mai mult decât trimitem noi, cu toate mașinile și fabricile noastre. Dar nu trebuie decât să aruncăm o privire către pâcla de deasupra orașelor, a Marelui Canion și, uneori, chiar deasupra falezelor albe din Dover pentru a înțelege ce schimbare produce contribuția noastră.

Știm, din mostre de gheață foarte veche, că nivelul „natural” de dioxid de carbon din atmosferă – adică de dinainte să începem noi să îl umflăm prin activitatea industrială – este de aproximativ două sute optzeci de părți la un milion. Până în 1958, când oamenii în halate de laborator au început să îi acorde atenție, se ridicase deja la trei sute cincisprezece părți la un milion. Astăzi, ajunge la peste trei sute șaiszeci de părți la milion și crește cu 0,25% pe an. Se estimează că până la finele secolului XXI va crește la circa cinci sute șaiszeci de părți la milion.

Până acum, oceanele și pădurile Pământului (care stochează la rândul lor o mare cantitate de carbon) au reușit să ne salveze de noi înșine, dar, după cum spune Peter Cox de la Biroul Britanic de Meteorologie: „Există un prag critic până la care biosfera naturală ne protejează de efectele emisiilor noastre și dincolo de care începe chiar să le amplifice”. Există teama că se va declanșa o foarte rapidă accelerare a încălzirii Pământului. Incapabili să se adapteze, mulți copaci și alte plante vor muri, eliberând depozitele de carbon și amplificând problema. Astfel de cicluri au mai avut loc în trecutul îndepărtat, chiar fără contribuția omului. Partea bună este că, până și atunci, natura se dovedește minunată. Este aproape cert că, într-un final, ciclul carbonului se va relua de la sine și va readuce Pământul la o stare de stabilitate

și fericire. Ultima oară când s-a întâmplat acest lucru nu a fost nevoie decât de șaizeci de mii de ani.

*1 Dacă ați fost vreodată uimiți de cât de clare și bine definite sunt, în general, marginile norilor cumulus, în vreme ce alți nori sunt mai neclari, explicația constă în granița pronunțată dintre interiorul umed al unui nor cumulus și aerul uscat din jurul său. Orice moleculă de apă care se rătăcește dincolo de marginea norului este imediat arestată de aerul uscat de afară, ceea ce permite norului să-și păstreze marginea perfectă. Norii cirus sunt mult mai înalți, alcătuiți din gheață, iar zona dintre marginea norului și aerul de dincolo de el nu este atât de clar marcată, de aceea au tendința să fie mai neclari spre margini.

*2 Miocenul superior (n.tr.).

*3 Se pare că acest termen, „termohalin”, înseamnă mai multe lucruri, pentru fiecare altceva. În noiembrie 2002, Carl Wunsch de la MIT a publicat o lucrare în revista *Science*, intitulată „Ce este circulația termohalină?”, în care remarcă faptul că expresia a fost folosită în reputele publicații de specialitate pentru a denumi cel puțin șapte fenomene diferite (circulația la nivel abisal, circulația determinată de diferențe de densitate sau flotabilitate, scufundarea și dispersarea apei reci și multe altele), deși toate legate de mișcările din ocean și de transferul de căldură, adică sensul vag și cuprinzător cu care l-am folosit și eu aici, din prudență.

Capitolul 18

Conducta de legătură

Imaginați-vă cum ar fi să trăiți într-o lume dominată de oxidul de hidrogen, un compus care nu are nici gust, nici miros și cu proprietăți atât de variabile, încât în general este benign, dar alteori poate deveni brusc letal. În funcție de starea sa, vă poate opări sau îngheța. În prezența anumitor molecule organice, poate forma acizi carbonici atât de agresivi, încât pot smulge frunzele din copaci sau eroda fețele statuiilor. În cantități uriașe, dacă este agitat, poate lovi cu o furie căreia niciun edificiu ridicat de om nu i-ar putea rezista. Chiar și pentru cei care au învățat să se împace cu el, este adesea o substanță ucigașă. Noi o numim apă.

Apa este peste tot. Un cartof conține până la 80% apă, o vacă 74%, o bacterie 75%. O roșie, cu 95% apă, abia dacă mai este și altceva decât atât. Chiar și oamenii conțin 65% apă, ceea ce înseamnă că suntem mai mult lichizi decât solizi, într-o proporție de doi la unu. Apa este ciudată. Este informă, transparentă și totuși adorăm să stăm lângă ea. Nu are gust și totuși gustul ei ne încântă. Călătorim pe distanțe lungi și plătim o mică avere să o vedem strălucind în soare. Știm că este periculoasă și îneacă mii de oameni în fiecare an și totuși abia așteptăm să ne bălăcim în ea.

Pentru că apa este omniprezentă, avem tendința să scăpăm din vedere ce substanță extraordinară este. Nu ne ajută aproape cu nimic dacă dorim să facem predicții corecte despre proprietățile altor lichide și nici viceversa. Dacă nu ați ști nimic despre apă și v-ați baza premisele pe comportamentul celor mai apropiați compuși din punct de vedere chimic – selenitul de hidrogen sau sulfitul de hidrogen –, v-ați aștepta să fiarbă la $-93\text{ }^{\circ}\text{C}$, iar la temperatura camerei să fie gaz.

Prin răcire, majoritatea lichidelor se contractă cu circa zece la sută. Și apa face același lucru, dar numai până la un punct. Când ajunge aproape de îngheț, începe – perversă, înșelătoare și surprinzătoare – să crească în volum. Când ajunge în formă solidă, este cu aproape o zecime mai voluminoasă decât înainte. Datorită acestei expansiuni, gheața plutește pe apă – „o proprietate de maximă bizarerie”, potrivit lui John Gribbin. Dacă i-ar lipsi acest minunat capriciu, gheața s-ar scufunda, iar lacurile și oceanele ar îngheța de la fund spre suprafață. Gheața de la suprafață păstrează căldura în interior, altfel aceasta ar radia în exterior, iar apa ar rămâne și mai rece, formând mai multă gheață. Curând, ar îngheța chiar și oceanele și aproape sigur ar rămâne așa multă vreme, poate chiar pentru totdeauna – condiții nu tocmai favorabile vieții. Din fericire pentru noi, apa nu pare să-și bată capul cu legile chimiei sau ale fizicii.

Toată lumea știe că formula apei este H_2O , ceea ce înseamnă că este formată dintr-un atom mai mare de oxigen, de care sunt legați doi atomi mai mici de hidrogen. Atomii de hidrogen se agață cu încrâncenare de gazda lor de oxigen, dar, de asemenea, își creează legături pasagere cu alte molecule de

apă. Prin natura sa, molecula de apă se lansează într-un fel de dans cu alte molecule de apă, formând perechi un moment, pentru a trece apoi mai departe, așa cum se schimbă partenerii într-un cadril, pentru a folosi frumoasa comparație a lui Robert Kunzig. Poate că un pahar cu apă nu vi se pare teribil de animat, dar moleculele din el schimbă partenerii de miliarde de ori pe secundă. De aceea, moleculele de apă se reunesc pentru a forma grupuri precum bălțile sau lacurile, dar nu suficient de strâns încât să nu poată fi separate cu ușurință, ca atunci când ne aruncăm într-o piscină. În orice moment am măsura, numai 15% dintre ele se află în contact direct.

Într-un fel însă, legătura este foarte puternică, de aceea moleculele de apă pot curge în sus atunci când sunt propulsate cu presiune, iar picăturile de apă de pe capota unei mașini dovedesc dorința încăpățânată de a se uni cu partenerii lor. Și tot de aceea apa are tensiune de suprafață. Moleculele de la suprafață sunt mai puternic atrase de moleculele surate de dedesubt și din jurul lor decât de moleculele de aer de deasupra. Astfel, se creează un fel de membrană suficient de puternică pentru a susține insectele și pietrele cu care ne jucăm „de-a broasca”. Și tot din acest motiv vă ustură pielea când plonjați cu burtica pe apă.

Este de la sine înțeles că fără ea am fi pierduți. Lipsit de apă, corpul uman se năruie rapid. În numai câteva zile, buzele „se retrag, de parcă ar fi amputate, gingiile se înnegresc, nasul se strânge la jumătate din lungime, iar pielea din jurul ochilor se contractă cât poate de mult, pentru a împiedica clipitul”, se spune într-o descriere. Apa este cu adevărat vitală, încât pierdem ușor din vedere faptul că, cu excepția unei porțiuni

minuscule, apa de pe Pământ este otrăvitoare pentru noi – ucigătoare chiar – din cauza sării pe care o conține.

Avem nevoie de sare pentru a trăi, dar numai în cantități foarte mici, iar apa de mare conține cantități mult mai mari – de circa șaptezeci de ori mai mari – de sare decât putem noi metaboliza fără niciun pericol. Un litru obișnuit de apă de mare conține numai 2,5 lingurițe de sare de bucătărie – din aceea pe care o presărăm pe mâncare –, dar cuprinde cantități mult mai mari din alte elemente, compuși și alte substanțe solide dizolvate, cunoscute colectiv sub numele de săruri. Proporțiile în care aceste săruri și minerale se regăsesc în țesuturile noastre sunt surprinzător de similare cu cele conținute de apa de mare – transpirăm și plângem apă de mare, după cum spuneau Margulis și Sagan –, dar, ca o ciudățenie, nu tolerăm să fie introduse în organism din exterior. Dacă introduceți o cantitate mare de săruri în organism, metabolismul dumneavoastră intră foarte repede în criză. Moleculele de apă din fiecare celulă se vor năpusti precum pompierii voluntari, în încercarea de a dilua și a elimina valul brusc de săruri. În acest moment, celulele sunt în pericol: se văd private de apa de care au atâta nevoie pentru a-și desfășura funcțiile normale. Într-un cuvânt, se deshidratează. În situații extreme, deshidratarea duce la atacuri vasculare, pierderea cunoștinței și leziuni craniene. În acest timp, celulele sangvine suprasolicitate transportă sarea către rinichi, care, în cele din urmă, se simt copleșiți și se blochează. Iar dacă rinichii nu ne mai funcționează, murim. Iată de ce nu bem apă sărată.

Pe Pământ există 1,3 miliarde de kilometri cubi de apă și asta este tot ce vom obține vreodată. Sistemul s-a închis:

practic vorbind, nu se poate adăuga sau retrage nimic. Apa pe care o beți își vede de treburile ei pe aici încă de pe vremea tinereții Pământului. În urmă cu 3,8 miliarde de ani, oceanele atinseseră (cu o oarecare aproximație) volumul din prezent.

Acest tărâm de apă este cunoscut sub numele de hidrosferă și într-o măsură coplesitoare înseamnă ocean. Mările reprezintă 97% din apa de pe Pământ, iar cea mai mare parte a ei se află în Pacific, care este mai mare decât toate masele continentale la un loc. Întregul Pacific reunește puțin peste jumătate din apa oceanică a lumii (51,6%); Atlanticul adună 23,6%, iar Oceanul Indian 21,2%, în vreme ce toate celelalte mări alcătuiesc doar 3,6%. Adâncimea medie a oceanului este de 3,86 kilometri; Pacificul este în medie cu trei sute de metri mai adânc decât Atlanticul și Oceanul Indian. Șaizeci la sută din suprafața planetei este formată din ocean cu o adâncime mai mare de 1,6 km. După cum remarca Philip Ball, planeta noastră mai bine s-ar chema Apă decât Pământ.

Cea mai mare parte a apei dulci de pe Pământ, adică cei 3% din total, se găsește sub formă de gheață. O cantitate infimă – 0,036% – se găsește în lacuri, râuri și bazine, iar o parte și mai mică – numai 0,001% – există în nori și în vapori. Aproape 90% din gheața de pe planetă se află în Antarctica, iar din restul cea mai multă în Groenlanda. Dacă mergeți la Polul Sud, veți sta pe mai bine de trei kilometri de gheață, iar la Polul Nord, numai pe cinci metri. Numai în Antarctica sunt 25 km³ de gheață – suficient pentru a înălța nivelul oceanului cu 60 m, dacă s-ar topi toată. Dar dacă toată apa din atmosferă ar cădea sub formă de ploaie, distribuită egal, oceanele ar deveni mai adânci cu numai 2 cm.

Să menționăm în treacăt că nivelul mării reprezintă de fapt, într-o mare măsură, un concept abstract. Mările nu au un singur nivel. Valurile, vânturile, forța Coriolis și alte efecte modifică nivelul apei în mod considerabil, de la un ocean la altul și chiar în interiorul aceluiași ocean. Pacificul este cu aproximativ 45 cm mai înalt de-a lungul coastei occidentale – o consecință a forței centrifuge create de rotația Pământului. La fel ca atunci când trageți o albie cu apă, iar apa tinde să se scurgă spre capătul opus, de parcă ar refuza să vină după dumneavoastră, la fel și rotația spre est a Pământului împinge apa către marginile de vest ale oceanului.

Având în vedere cât de importante au fost mările dintotdeauna pentru noi, este uluitor cât de mult i-a luat lumii să se aplece asupra lor cu un ochi științific. Până spre jumătatea secolului al XIX-lea, majoritatea cunoștințelor despre oceane se bazau pe reziduurile aduse la mal sau pe ceea ce se prindea în plasele de pescuit, iar aproape toate scrierile porneau mai mult de la povești și supoziții decât de la dovezi fizice. În anii 1830, naturalistul britanic Edward Forbes a cercetat fundul Oceanului Atlantic și al Mării Mediterane și a declarat că nu exista viață în mări la adâncimi mai mari de 600 m. Părea o teorie rezonabilă. La acea adâncime nu exista lumină, deci nici viața plantelor nu era posibilă, iar presiunea apei se știa că este foarte mare. Așadar, a fost într-o câțva o surpriză în 1860 când unul dintre primele cabluri telegrafice transatlantice a fost ridicat de la peste trei kilometri adâncime pentru reparații și s-a descoperit că este acoperit cu un strat gros de corali, scoici și alte organisme vii.

Prima cercetare bine organizată a mărilor a avut loc abia în 1872, când o expediție comună organizată de British

Museum, Academia Regală și guvernul britanic a pornit din Portsmouth pe o fostă navă de război numită HMS *Challenger*. Expediționarii au navigat prin lume vreme de trei ani și jumătate, colectând mostre de apă, prinzând pești la plasă și aducând la suprafață sedimente. Era o muncă plicticoasă peste poate, cum vă puteți ușor închipui. Dintr-o echipă de 240 de cercetători și membri ai echipajului, unu din patru a părăsit nava, iar alți opt au murit sau au înnebunit – „împinși la rătăcire de rutina năucitoare a anilor de scotocit”, în cuvintele istoricului Samantha Weinberg. Dar au navigat aproape 130.000 km, colecționând peste 4.700 de noi specii de organisme marine, adunând suficiente informații pentru a scrie un raport în cincizeci de volume (pentru alcătuirea căruia a fost nevoie de nouăsprezece ani) și aducând lumii numele unei noi discipline științifice: *oceanografia*. Prin măsurarea adâncimilor, au mai descoperit că în mijlocul Atlanticului păreau să existe munți submarini, fapt ce i-a determinat pe unii observatori entuziaști să speculeze că acolo s-ar fi găsit continentul pierdut Atlantida.

Întrucât lumea instituționalizată a ignorat aproape complet mările, a rămas în seama amatorilor devotați – și foarte rari – să ne spună ce se întâmplă acolo, în adâncuri. Explorarea modernă a apelor de mare adâncime începe cu Charles William Beebe și Otis Barton în 1930. Deși erau parteneri cu drepturi egale, mai insolitul Beebe a primit întotdeauna mai multă atenție în consemnări. Născut în 1877 într-o familie cu dare de mână din New York City, Beebe a studiat zoologia la Universitatea Columbia, apoi și-a luat o slujbă ca îngrijitor de păsări la Societatea Zoologică din New York. Când s-a săturat de această slujbă, s-a hotărât să adopte

o viață de aventurier și, în următorul sfert de secol, a călătorit mult prin Asia și America de Sud, însoțit de o suită de asistente atrăgătoare, ale căror atribuții erau descrise ingenios drept „documentarist și tehnician” sau „asistent în problemele peștilor”. Și-a finanțat aceste ocupații scriind o serie de cărți de popularizare cu titluri precum *Edge of the Jungle* (*La marginea junglei*) sau *Jungle Days* (*Aventuri în junglă*); a scris totuși și câteva cărți respectabile despre viața sălbatică și ornitologie.

Pe la mijlocul anilor 1920, într-o călătorie în insulele Galápagos, a descoperit „deliciile legănatului”, după cum descria el scufundările la mare adâncime. La scurt timp după aceea, a făcut echipă cu Barton, care provenea dintr-o familie și mai bogată, care studiasse tot la Columbia și care, la rândul ei, tânjea după aventură. Deși aproape întotdeauna meritele îi sunt atribuite lui Beebe, în realitate Barton este cel care a proiectat prima batisferă (de la cuvântul grecesc pentru „adânc”) și a asigurat fondurile de douăsprezece mii de dolari pentru construcția sa. Era o cameră mică și obligatoriu solidă, din fontă cu o grosime de 3 cm și cu două mici hublouri cu blocuri de cuarț de 8 cm grosime. În ea încăpeau doi oameni, dar numai dacă erau dispuși la o familiaritate extremă. Chiar și după standardele acelei epoci, tehnologia nu era nici pe departe sofisticată. Sfera nu era în niciun fel manevrabilă – atârna pur și simplu la capătul unui cablu lung și era dotată cu sistem de respirație dintre cele mai primitive: pentru a neutraliza propriul dioxid de carbon, deschideau cutii cu suc de limetă, iar pentru absorbția umezelii, un tub mic cu clorură de calciu, peste care presărau uneori frunze de palmier, pentru a accelera reacțiile chimice.

Dar mica batisferă fără nume și-a făcut treaba pentru care fusese creată. La prima scufundare, în iunie 1930, în Bahamas, Barton și Beebe au stabilit un record mondial coborând la 183 m. În 1934 împinseseră recordul la peste 900 m, unde avea să rămână până după al Doilea Război Mondial. Barton credea că mecanismul era sigur până la o adâncime de circa 1.400 m, deși presiunea asupra fiecărei balamale și a fiecărui nit se făcea resimțită zgomotos cu fiecare metru pe care îl cobora. Indiferent de adâncime, era o muncă ce presupunea curaj și risc. La 900 m, mica lor cameră era supusă unei presiuni de aproape 30.000 de tone pe metru pătrat. Dacă ar fi depășit limitele de toleranță ale structurii, la acea adâncime moartea ar fi fost instantanee, după cum preciza Beebe ori de câte ori avea ocazia în numeroasele sale cărți, articole și emisiuni radio. Însă principala preocupare era aceea că macaraua de la bordul vasului, care trebuia să susțină o bilă de metal și două tone de cablu de oțel, avea să cedeze și să-i trimită pe cei doi în plonjon pe fundul mării. Dacă s-ar fi întâmplat așa ceva, nimic nu i-ar mai fi putut salva.

Singurul lucru pe care nu l-au realizat scufundările lor a fost să ofere prea multe informații științifice valoroase. Deși au întâlnit numeroase creaturi care nu mai fuseseră văzute înainte, vizibilitatea limitată și faptul că niciunul dintre îndrăzneții acvanauți nu avea pregătire în oceanografie făceau ca de multe ori să nu fie capabili să își descrie descoperirile atât de detaliat pe cât își doreau cu atâta ardoare adevărații oameni de știință. Sfera nu avea lumină externă, doar un bec de 250 W, pe care îl țineau la înălțimea ferestrei, dar oricum apa de la peste 150 m adâncime era practic impenetrabilă, iar ei o cercetau printr-un cuarț de 8 cm,

așadar, orice creatură ar fi dorit să vadă trebuia să fie cel puțin la fel de interesată de ei pe cât erau ei de ea. Prin urmare, relatările lor se limitau la faptul că acolo, jos, se petrec o mulțime de lucruri ciudate. La una dintre scufundările din 1934, Beebe a fost uimit să vadă un șarpe gigantic „de peste șase metri lungime și foarte gros”. Dar a trecut prea repede și nu a observat nimic altceva decât o umbră. Orice ar fi fost, nimeni nu a mai văzut de atunci încoace ceva asemănător. În general, relatările lor erau ignorate de academicieni, tocmai pentru că erau atât de vagi.

După scufundarea-record din 1934, Beebe și-a pierdut interesul pentru scufundări și a trecut la alte aventuri, dar Barton a perseverat. Spre meritul său, Beebe a spus întotdeauna oricui întreba că Barton a fost adevăratul creier din spatele aventurii, dar Barton a părut incapabil să iasă din anonim. Și el a scris relatări incitante ale aventurilor lor submarine, ba chiar a jucat într-un film, la Hollywood, numit *Titanii din adâncuri*, în care apăreau o batisferă și multe aventuri interesante, în bună parte fictive, cu sepii gigantice agresive și altele asemenea. A făcut chiar reclamă la țigările Camel („Nu îmi dau fiori de enervare”). În 1948 a îmbunătățit recordul de adâncime cu 50%, ajungând la 1.370 m în Oceanul Pacific, în apropierea Californiei, dar lumea părea hotărâtă să îl ignore. Un critic de film de la un ziar a crezut chiar că vedeta filmului *Titanii din adâncuri* a fost Beebe. În prezent Barton se poate considera norocos dacă i se mai menționează numele.

În orice caz, avea să fie complet eclipsat de o echipă formată din tată și fiu din Elveția, Auguste și Jacques Piccard, care proiectau un nou tip de sondă pentru adâncimi numită

batiscaf (însemnând „vas pentru adânc”). Botezat *Trieste*, după numele orașului italian în care a fost construit, noul mecanism putea fi manevrat independent, deși cam tot ce știa să facă era să meargă în sus și în jos. Într-una din primele sale scufundări, la începutul lui 1954, a coborât până la peste 4.000 m adâncime, aproape de trei ori mai mult decât recordul lui Barton de șase ani mai devreme. Dar scufundările la mare adâncime necesitau o puternică susținere financiară, iar familia Piccard se îndrepta încet spre faliment.

În 1958 au încheiat o înțelegere cu Marina Statelor Unite prin care îi acordau dreptul de proprietate, dar își păstrau controlul. Acum, scăldați în fonduri, cei doi Piccard au reconstruit camera, ducând pereții până la aproape 13 cm grosime și reducând ferestrele până la un diametru de numai 5 cm – un pic mai mari decât gaura cheii. Dar acum era suficient de puternică pentru a suporta presiuni enorme, iar în ianuarie 1960 Jacques Piccard și locotenentul Don Walsh din Marina Statelor Unite s-au scufundat lent către fundul celui mai adânc canion al oceanului, Groapa Marianelor, la circa 400 km de Guam, în Pacificul de Vest (descoperită, nu întâmplător, de Harry Hess, cu a sa undă sonoră). Le-a luat puțin sub patru ore ca să coboare la 10.918 metri. Deși presiunea la acea adâncime era de aproape douăsprezece mii de tone pe metru pătrat, au observat cu surprindere că la contactul cu fundul oceanic au deranjat un pește cu corpul plat care trăia acolo. Nu aveau niciun fel de aparat de fotografiat, prin urmare nu există nicio mărturie vizuală a acestui eveniment.

După numai douăzeci de minute în punctul cel mai adânc din lume, s-au întors la suprafață. A fost singura dată când

ființele umane au pătruns atât de adânc.

Patruzeci de ani mai târziu, se naște firesc întrebarea: de ce nu s-a mai întors nimeni acolo de atunci înapoi? Pentru început, continuarea scufundărilor s-a lovit de opoziția viceamiralului Hyman G. Rickover, un bărbat cu un temperament aprins, cu vederi fixiste și, cel mai relevant, cu un control deplin asupra carnetului de cecuri al departamentului. Considerând că explorările subacvatice reprezentau o risipă de resurse, el a atras atenția că Marina nu este un institut de cercetare. Mai mult, țara era pe cale să se dedice pe deplin călătoriilor spațiale și aventurii trimiterii omului pe Lună, pe lângă care investigațiile subacvatice păreau nesemnificative și chiar desuete. Dar motivul decisiv a fost acela că scufundarea sondei *Trieste* nu a adus prea multe beneficii concrete. Un oficial al Marinei avea să explice câțiva ani mai târziu: „Nu am aflat prea multe din asta, decât că se putea face. Și de ce să o repetăm?”. Pe scurt, era un drum prea lung pentru a găsi un calcan; în plus, era și foarte costisitor. S-a estimat că repetarea exercițiului în prezent ar costa cel puțin 100 de milioane de dolari.

Când cercetătorii subacvatici și-au dat seama că Marina nu avea nicio intenție să continue programul de explorare promis, decizia a fost întâmpinată cu un strigăt de protest îndurerat. În parte pentru a-și domoli criticii, aceasta a oferit fonduri pentru un submersibil mai avansat, care să fie folosit de Institutul Oceanografic Woods Hole din Massachusetts. Denumit *Alvin*, cumva indirect în onoarea oceanografului Allyn C. Vine, avea să fie un minisubmarin pe deplin manevrabil, deși nu avea să coboare nici pe departe atât de adânc ca *Trieste*. Exista o singură problemă: proiectanții nu au

găsit pe nimeni dispus să-l construiască. William J. Broad spunea în *The Universe Below (Universul din adâncuri)*: „Nicio companie mare, precum General Dynamics, care construia submarine pentru Marină, nu a vrut să accepte un proiect discreditat atât de Biroul Vaselor, cât și de amiralul Rickover, zeii patronajului naval”. Într-un târziu, ca să nu spun în disperare de cauză, *Alvin* a fost construit de General Mills, compania de produse alimentare, la o fabrică în care se făceau mașinile care produceau cerealele pentru micul dejun.

Cât despre ce se mai afla acolo, în adâncuri, oamenii știau chiar foarte puțin. Până spre mijlocul anilor 1950, cele mai bune hărți de care dispuneau oceanografi se sprijineau într-o măsură copleșitoare pe puținele detalii din rarele studii disparate datând de prin 1929, bazate în principal pe un ocean de presupuneri. Marina americană deținea hărți excelente pentru a-și ghida submarinele prin canioane și pe lângă guryoți, dar nu dorea ca aceste informații să cadă în mâinile sovieticilor, de aceea le ținea secrete. Prin urmare, oamenii de știință trebuiau să se descurce cu studii antice și sumare sau să se bazeze pe prezumții hazardate. Până astăzi, cunoștințele noastre despre fundul oceanului păstrează o rezoluție uluitoare de mică. Dacă vă uitați pe Lună cu un telescop standard din propria curte, veți observa cratere enorme – Fracastorius, Blancanus, Zach, Planck și multe altele, familiare oricărui cercetător lunar –, care ar fi însă necunoscute dacă s-ar afla pe fundul oceanelor. Avem hărți mai bune de pe Marte decât pentru fundul oceanic al planetei noastre.

Și la nivelul suprafeței, tehnicile de investigație s-au bazat oarecum pe improvizație. În 1994, 34.000 de mănuși de hochei pe gheață au fost măturate peste bordul unui cargobot

coreean, în timpul unei furtuni din Pacific. Mănușile au fost împrăștiate peste tot, din Vancouver până în Vietnam, ajutându-i pe oceanografi să urmărească direcția curenților cu mai multă precizie ca niciodată.

Astăzi *Alvin* are aproape patruzeci de ani, dar rămâne cel mai avansat vas de cercetare din lume. Încă nu există niciun fel de submersibile care să coboare la o adâncime apropiată de Groapa Marianelor și numai cinci vase, inclusiv *Alvin*, pot cerceta adâncimile „câmpiei abisale” – fundul oceanic de mare adâncime – care acoperă mai bine de jumătate din suprafața planetei. Pentru un vas de scufundare tipic, ziua de funcționare costă circa 25.000 de dolari, așadar nu prea sunt aruncate în apă după toane, cu atât mai puțin trimise în mare cu speranța că vor da întâmplător peste ceva interesant. Este aproape ca și cum experiența noastră directă asupra lumii de la suprafață s-ar baza pe munca a cinci indivizi care explorează călare pe tractoare de grădină, după căderea serii. Robert Kunzig spune că este posibil ca oamenii să fi cercetat „a milioana sau a miliarda parte din întunericul mării. Poate mai puțin. Poate chiar mult mai puțin”.

Dar oceanografi pot fi acuzați de orice, mai puțin de resemnare, și au reușit mai multe descoperiri importante cu resursele lor limitate – inclusiv una dintre cele mai importante și mai inovatoare descoperiri biologice din secolul XX, în 1977. În acel an, *Alvin* a descoperit colonii de organisme mari ce trăiesc în și în jurul gurilor de mare adâncime din largul Insulelor Galápagos – viermi tubulari de peste 3 m lungime, scoici de 30 cm lățime, creveți și midii de adâncime, viermi tentaculari (*Loimia medusa*). Cu toții își datorează existența vastelor colonii de bacterii, care își datorează la

rândul lor *propria* energie și supraviețuire sulfurilor de hidrogen – compuși extrem de toxici pentru ființele de suprafață – care se eliberează permanent din gurile subacvatice. Era o lume complet independentă de soare, oxigen și orice alt lucru asociat în mod normal cu viața. Era un sistem viu, bazat nu pe fotosinteză, ci pe chimiosinteză, o formă de organizare pe care biologii ar fi respins-o din start ca fiind absurdă, dacă cineva ar fi avut suficientă imaginație să o sugereze.

Aceste guri subacvatice eliberează cantități enorme de căldură și energie. Două duzini produc împreună la fel de multă energie ca o centrală energetică mare, iar gama de temperaturi din jurul lor este uriașă. Temperatura la punctul de eliberare poate ajunge la 400 °C, în vreme ce la doi metri distanță apa poate fi cu numai două sau trei grade peste nivelul de îngheț. S-a descoperit că un gen de viermi, din familia *Alvinellidae*, trăiesc chiar pe marginile gurilor, acolo unde apa este cu 78 °C mai caldă la capetele lor decât la cozi. Înainte de asta, se crezuse că niciun organism complex nu putea supraviețui în ape mai calde de circa 54 °C, când colo, iată unul care supraviețuia în ape mai calde de atât și, în același timp, extrem de reci deasupra. Această descoperire a metamorfozat percepția noastră despre condițiile necesare vieții.

Ea a răspuns de asemenea uneia dintre marile enigme ale oceanografiei – ceva ce mulți dintre noi nici nu au înțeles că *este* o enigmă –, anume, de ce oceanele nu devin mai sărate în timp. Cu riscul de a repeta o banalitate, marea conține o mulțime de sare – suficientă pentru a îngropa fiecare bucățică de pământ la o adâncime de 150 de metri. Se știe de secole că

râurile poartă mineralele către mare, iar aceste minerale se combină cu ionii din apa oceanică pentru a forma săruri. Până acum, nimic neobișnuit. Surprinzător era însă faptul că nivelurile de salinitate ale mării sunt stabile. Milioane de litri de apă dulce se evaporă zilnic din ocean, lăsând toate sărurile în urmă, astfel încât logic ar fi ca mările să devină mai sărate odată cu trecerea anilor, dar nu se întâmplă așa. Există ceva care extrage din apă o cantitate de sare echivalentă cu cantitatea adăugată. Multă vreme, nimeni nu și-a putut închipui cine este responsabil de asta.

Gurile de la mare adâncime descoperite de *Alvin* ofereau un răspuns. Geofizicienii și-au dat seama că aceste cratere acționau precum filtrele dintr-un acvariu de pești. Apa este purtată în scoarța Pământului, unde sunt extrase sărurile din ea, iar apoi este aruncată din nou afară apă dulce prin conurile vulcanice. Procesul este lent – poate dura până la zece milioane de ani să cureți un ocean –, dar, dacă nu te presează nimic, este extrem de eficient.

Probabil că nimic nu exprimă mai elocvent distanța psihologică dintre noi și adâncimile oceanice decât faptul că principalul scop declarat al oceanografilor din timpul Anului Geofizic Internațional 1957-1958 a fost acela de a studia „întrebuințarea adâncimilor oceanice pentru deversarea deșeurilor radioactive”. Vă este clar, sper, aceasta nu era o misiune ascunsă, ci un motiv de mândrie publică. Și, într-adevăr, deși nu fusese prea mult comentată public până în 1957-1958, deversarea de deșeuri radioactive începuse deja, cu un avânt care ar fi trebuit să ne sperie de peste un deceniu. Din 1946, Statele Unite au început să care cargouri cu bidoane

de câte 200 l de deșeuri vâscoase radioactive către Insulele Fallarone, la vreo 50 km de coasta Californiei, aproape de San Francisco, unde pur și simplu le aruncau peste bord.

Totul se făcea cu o neglijență nemaipomenită. Majoritatea butoaielor erau exact ca acelea pe care le vedeți ruginind în spatele stațiilor de benzină sau pe lângă fabrici, fără nicio formă de izolare sau închidere de protecție. Când nu se scufundau, cum se întâmpla de cele mai multe ori, pușcașii marini le ciuruiău cu gloanțe ca să pătrundă apa în ele (și, firește, să iasă plutoniul, uraniul și stronțitul). Înainte de oprirea acestor deversări în anii 1990, Statele Unite aruncaseră deja multe sute de mii de butoaie în circa cincizeci de locuri din ocean – aproape cincizeci de mii de butoaie numai în Fallarone. Dar Statele Unite n-au fost nici pe departe singurele. Printre campionii entuziaști ai deversărilor s-au aflat Rusia, China, Japonia, Noua Zeelandă și aproape toate națiunile Europei.

Și oare ce efecte or fi avut toate acestea asupra vieții din mare? Noi sperăm cât mai mic, dar în realitate nu avem nici cea mai vagă idee. Ne menținem o uluitoare, arogantă și strălucitoare ignoranță în privința vieții de sub mări. Până și cele mai consistente ființe oceanice ne sunt de multe ori neînchipuit de puțin cunoscute – inclusiv cele mai puternice dintre ele, marea balenă albastră, o creatură de proporții leviatanice, a cărei (ca să-l cităm pe David Attenborough) „limbă cântărește cât un elefant, a cărei inimă are dimensiunile unui automobil, iar unele dintre vasele sale de sânge sunt atât de largi, încât poți înota prin ele”. Este cea mai mare ființă sălbatică pe care a creat-o Pământul până acum, mai mare chiar decât cei mai greoi dinozauri. Și totuși, pentru

noi, viața balenelor albastre rămâne în bună parte un mister. În cea mai mare parte a timpului, nici nu știm pe unde se află – de exemplu, unde se înmulțesc sau ce trasee folosesc pentru a ajunge acolo. Puținul pe care-l știm despre ele provine aproape în exclusivitate din trasul cu urechea la sunetele lor, dar până și acestea sunt un mister. Uneori balenele albastre încep un cântec, îl întrerup, apoi îl reiau exact din același punct șase luni mai târziu. Alteori încep un cântec nou pe care niciun membru al speciei nu l-a auzit vreodată, dar pe care toți îl știu deja. Suntem departe de a înțelege cum de reușesc acest lucru. Iar acestea sunt animale care trebuie să revină în mod constant la suprafață pentru a respira.

Pentru animalele care nu au nevoie să iasă la suprafață, obscuritatea poate fi chiar mai tentantă. Gândiți-vă la cunoștințele noastre despre faimosul calmar uriaș. Deși este departe de dimensiunile balenei albastre, e cu siguranță un animal colosal, cu ochii de dimensiunile unei mingi de fotbal, cu tentacule ce pot ajunge până la 18 m lungime. Cântărește aproape o tonă și este cea mai mare nevertebrată de pe Terra. Dacă arunci una într-o piscină mai mică, nu-ți mai rămâne loc de nimic. Și totuși, niciun cercetător – și nicio persoană, din câte știm noi – nu a văzut vreodată un calmar uriaș viu. Zoologii și-au dedicat cariere întregi încercării de a captura sau măcar de a vedea un calmar uriaș viu, dar nu au reușit niciodată. Sunt cunoscuți în principal datorită exemplarelor aruncate pe plaje – și, nu se știe din ce motiv, cel mai adesea pe plajele Insulei de Sud a Noii Zeelande. Probabil că există în număr foarte mare, întrucât reprezintă o parte importantă a dietei cașalotului, iar cașalotul are nevoie de o alimentație consistentă^{*1}.

Potrivit unor estimări, ar putea exista până la 30 de milioane de specii de animale care trăiesc în mare, majoritatea fiind încă nedescoperite. Primele indicii despre abundența vieții în adâncuri au apărut recent, prin anii 1960, odată cu inventarea saniei demersale – un sistem de dragare care colectează organisme nu doar de pe și din apropierea fundului oceanic, ci și îngropate în sedimente. Într-o singură incursiune de o oră de-a lungul platoului continental, la o adâncime de circa un kilometru și jumătate, oceanografi Howard Sandler și Robert Hessler de la Woods Hole au prins în plasa lor peste 25.000 de exemplare – viermi, stele-de-mare, castraveți-de-mare și altele asemenea – reprezentând 365 de specii. Chiar și la o adâncime de aproape 5 km, au găsit circa 3.700 de ființe din aproape 200 de specii de organisme. Dar aparatul nu putea prinde decât creaturi care erau prea lente sau prea proaste ca să se ferească. La sfârșitul anilor 1960, unui biolog marin pe nume John Isaacs i-a venit ideea să coboare o cameră cu o nadă legată de ea și a descoperit chiar mai multe, în principal roiuri de mixine încolăcite, niște creaturi primitive asemănătoare țiparilor, bancuri de pești grenadier (familia *Macrouridae*). Acolo unde apare brusc o sursă de hrană bună – de exemplu, unde moare o balenă și se duce la fund –, s-a descoperit că vin până la 390 de specii de creaturi marine să se ospăteze din ea. Ciudat este faptul că aceste vietăți vin de la distanțe de până la 1.600 km. Între ele s-au găsit specii de midii și de scoici care nu au tocmai faimă de călători pasionați. Acum se crede că larvele anumitor organisme pot pluti în derivă prin apă până când, prin mijloace chimice necunoscute, detectează că au dat peste o sursă de hrană și se reped asupra ei.

Și dacă mările sunt atât de vaste, atunci de ce le suprasolicităm cu atâta ușurință? Pentru început, ar trebui să spunem că mările lumii nu-și împart uniform abundența. În ansamblu, mai puțin de 10% din ocean este considerat productiv în mod natural. Majoritatea speciilor acvatice preferă să trăiască în ape puțin adânci, unde găsesc lumină, căldură și materie organică din abundență, care să alimenteze lanțul trofic. De exemplu, recifele de corali alcătuiesc mult sub un procent din spațiul oceanului, dar adăpostesc circa un sfert din peștele oceanic.

Prin alte părți, oceanul nu este nici pe departe atât de bogat. De exemplu, în Australia. Cu 36.735 km de coastă și peste 23 de milioane km² de ape teritoriale, malurile sale sunt spălate de mai multe ape decât orice altă țară și totuși, după cum remarcă Tim Flannery, nici măcar nu intră în primele cincizeci de națiuni la pescuit. Mai mult, în Australia importul de pește și fructe de mare depășește cu mult exportul. Aceasta pentru că o bună parte din apele Australiei, ca și din Australia însăși, este în esență deșertică (o excepție notabilă o reprezintă Marea Barieră de Corali din largul Queenslandului, de o productivitate somptuoasă). Din cauza solului sărac, revărsările sale abundente nu aduc practic niciun fel de substanțe hrănitoare.

Chiar și în locurile propice vieții, mediul este extrem de sensibil la tulburări. În anii 1970, pescarii din Australia și, într-o mai mică măsură, din Noua Zeelandă au descoperit bancuri de pești prea puțin cunoscuți la adâncimi de circa 800 m pe platourile lor continentale. Erau cunoscuți drept pești pion portocaliu (*Hoplostethus atlanticus*), erau delicioși și într-

un număr mare. Aproape cât ai zice pește, pescadoarele au început să prindă până la 40.000 de tone de peștișori portocalii pe an. Apoi, biologii marini au făcut o descoperire alarmantă. Peștii pion portocaliu trăiesc extrem de mult și se maturizează foarte greu. Unii pot avea până la o sută cincizeci de ani. Dacă ați mâncat vreodată un astfel de pește, trebuie să știți că s-ar putea să se fi născut pe vremea când domnea regina Victoria. Ei au adoptat acest stil de viață de o încetineală extremă pentru că apele în care trăiesc sunt extrem de sărace în resurse. În astfel de ape, unii pești se înmulțesc o singură dată în viață. Evident că aceste populații nu pot suporta prea multe perturbări. Din nefericire, până să se înțeleagă acest lucru, stocul existent fusese decimat masiv. Chiar și printr-un management eficient, vor trece decenii bune până când populația se va reface, dacă se va mai reface vreodată.

Însă prin alte părți distrugerea oceanelor a fost provocată mai mult din rea intenție decât din neștiință. Mulți pescari „dorsează” rechinii – adică le taie aripioara dorsală, apoi îi aruncă înapoi în apă, ca să moară. În 1998 aripioarele de rechin se vindeau în Extremul Orient cu peste 110 dolari kilogramul, iar un castron de supă de aripioare de rechin se comercializa la Tokyo cu 100 de dolari. World Wildlife Fund estima în 1994 că numărul rechinilor uciși anual se încadra între 40 și 70 de milioane.

Prin 1995, circa 37.000 de pescadoare de dimensiuni industriale și circa un milion de bărci mai mici dădeau iama prin oceane, adunând de două ori mai mulți pești decât în urmă cu numai douăzeci și cinci de ani. Unele traulere sunt mari cât vasele de croazieră și târăsc după ele plase uriașe, cât să cuprindă o duzină de avioane cu reacție de mare

capacitate. Unele folosesc chiar avioane de cercetare, pentru a localiza din aer bancurile de pești.

S-a estimat că circa un sfert din captura fiecărei plase este o „captură secundară” – pește ce nu poate fi adus la mal fie pentru că este prea mic, fie pentru că nu e din specia căutată ori pentru că este prins într-un sezon nepotrivit. Un observator spunea odată pentru *The Economist*: „Ne aflăm încă în epoca primitivă. Aruncăm pur și simplu plasa și așteptăm să vedem ce pică”. Aproape 22 de milioane de tone de astfel de pește nedorit sunt aruncate înapoi în mare în fiecare an, cea mai mare parte în stadiul de cadavre. La fiecare kilogram de crevete adunat, sunt nimicite aproximativ patru kilograme de pește și alte creaturi marine.

Zone întinse de pe fundul Mării Nordului sunt drenate la sânge de traulere late de până la șapte ori pe an, un grad de perturbare căruia nu îi poate face față niciun ecosistem. Potrivit multor estimări, cel puțin două treimi dintre speciile din Marea Nordului sunt afectate de pescuitul excesiv. Lucrurile nu stau mai bine nici în Atlantic. Cândva, halibutul era atât de abundent în largul coastei statului New England, încât fiecare barcă de pescuit putea aduce la mal până la nouă tone pe zi. Acum halibutul aproape că a dispărut de pe coasta nord-estică a Americii.

Însă nimic nu se compară cu soarta codului. La sfârșitul secolului al XV-lea, exploratorul John Cabot a descoperit cod în cantități incredibile pe bancurile din estul Americii de Nord – ape puțin adânci, pline de pești care se hrănesc de pe fundul mării, precum codul. Cabot relata uluit că peștele se găsea în cantități atât de mari, încât navigatorii îl adunau cu coșurile. Unele bancuri erau enorme. Georges Banks, din largul statului

Massachusetts, este mai întins decât statul pe care îl mărginește. Grand Banks, din Terra Nova, este și mai mare, iar secole de-a rândul a fost înțesat de cod. Se credea că este inepuizabil. Firește că nu este câtuși de puțin așa.

Până în 1960, cantitatea de cod matur din nordul Atlanticului a scăzut la 1,6 milioane de tone, conform estimărilor. În 1990 scăzuse la 22.000 de tone. În termeni comerciali, codul este o specie dispărută. Mark Kurlansky scrie în fascinantă sa istorie *Cod*: „Pescarii i-au prins pe toți”. Codul s-ar putea să fi părăsit Atlanticul de Vest pentru totdeauna. Chiar dacă în 1992 pescuitul codului a fost interzis complet pe Grand Banks, până în toamna lui 2002, potrivit unei estimări din revista *Nature*, rezervele încă nu înregistraseră nicio revenire. Kurlansky scrie că fileurile sau crochetele de pește erau cândva din cod, dar acesta a fost înlocuit de eglefin, apoi de sebastă, iar în ultima vreme de codul de Pacific. În prezent, afirmă el sec, „pește” înseamnă „ce a mai rămas”.

Cam același lucru se poate spune despre multe dintre celelalte fructe de mare. În pescăriile din New England, din largul statului Rhode Island, cândva era ceva obișnuit să pescuiești homari de 9 kg. Uneori depășeau 13 kg. Dacă nu sunt deranjați, homarii trăiesc decenii de-a rândul – se crede că până la șaptezeci de ani – și nu se opresc din creșcut. În prezent, puțini homari cântăresc peste un kilogram la captură. *The New York Times* scria: „Biologii estimează că 90% dintre homari sunt prinși la mai puțin de un an după ce ating dimensiunea legală minimă, în jurul vârstei de șase ani”. În ciuda capturilor din ce în ce mai slabe, pescarii din New England continuă să primească stimulente prin scutirile de

taxe de stat și federale care îi încurajează – în unele cazuri, aproape că îi obligă – să facă rost de bărci mai mari și să secătuiască mările mai abitir. În prezent, pescarii din Massachusetts se mulțumesc să pescuiască hidoasele mixine pentru care există o piață minimă în Orientul Îndepărtat, dar care au început și ele să se împutineze.

Ignoranța noastră în ceea ce privește dinamica după care se desfășoară viața marină este remarcabilă. Dacă în zonele în care s-a pescuit excesiv viața subacvatică este mult mai săracă decât ar trebui, în alte ape mai săracuțe de la natură viața e mult mai bogată decât ar fi cazul. Oceanele sudice din jurul Antarcticii produc numai 3% din fitoplanctonul lumii – mult prea puțin, se pare, pentru a susține un ecosistem complex, și totuși reușesc. Focile mâncătoare de crabi nu sunt tocmai o specie de care să fi auzit toată lumea, dar s-ar putea să reprezinte a doua specie ca număr de pe Pământ, după oameni. Pe calota glaciară din jurul Antarcticii ar putea trăi până la cincisprezece milioane de exemplare. Mai sunt până la două milioane de foci Weddell, cel puțin o jumătate de milion de pinguini imperiali și poate până la patru milioane de pinguini Adelie. Așadar, lanțul trofic este supraîncărcat, dar cumva rezistă. Ciudat este că nimeni nu știe cum.

Toate acestea reprezintă o cale extrem de ocolită de a sublinia că știm foarte puține despre cel mai mare sistem de pe Terra. Dar, pe de altă parte, după cum vom vedea în paginile următoare, când începi să vorbești despre viață, întâlnești oricum o mulțime de mistere, între care nu cel mai mic este modul în care s-a născut.

*1 Părțile nedigerabile ale calmarului uriaș, în special botul, se acumulează în stomacul cașalotului, formând substanța numită chihlimbar cenușiu, care este folosită ca fixator în parfumuri. Data viitoare când pulverizați pe dumneavoastră Chanel 5 (în cazul în care o faceți), poate o să vă gândiți că vă învăluiți într-un produs distilat dintr-un monstru marin nevăzut.

Capitolul 19

Începuturile vieții

În 1953, un absolvent de la Universitatea din Chicago, Stanley Miller, a luat două retorte – una conținând puțină apă care să reprezinte oceanul primitiv, iar cealaltă un amestec de gaze din metan, amoniac și sulfură de hidrogen, care să reprezinte atmosfera timpurie a Pământului –, le-a legat prin tuburi de cauciuc și a introdus câteva scânteii electrice care să țină locul unui fulger. După câteva zile, apa din retorte s-a făcut verde și galbenă, un borș consistent de aminoacizi, acizi grași, zaharuri și alți compuși organici. Laureatul Premiului Nobel Harold Urey, îndrumătorul lui Miller, observa cu satisfacție: „Dacă Dumnezeu nu a procedat astfel, a ratat o mare ocazie”.

Din presa vremii s-ar fi putut crede că tot ceea ce mai trebuia făcut era ca cineva să scuture bine retortele, iar viața avea să se scurgă din ele. Timpul a arătat că nu era nici pe departe atât de simplu. În ciuda unei jumătăți de secol de continuare a studiilor, azi nu ne aflăm cu nimic mai aproape de posibilitatea de a sintetiza viața decât eram în 1953 – în schimb, ne aflăm mult mai departe de a ne imagina că am putea face acest lucru. Acum oamenii de știință sunt aproape siguri că atmosfera timpurie nu era deloc atât de pregătită

pentru evoluție precum tocănița gazoasă a lui Miller și Urey, ci mai degrabă un amestec mult mai puțin reactiv de azot și dioxid de carbon. Repetarea experimentelor lui Miller, pornind de la noile premise, mai provocatoare, nu a produs până în prezent decât un aminoacid destul de primitiv. Și, oricum, nu producerea aminoacizilor este de fapt problema. Problema sunt proteinele.

Proteinele sunt ceea ce obții când legi aminoacizii între ei – și avem nevoie de o mulțime de astfel de proteine. Nimeni nu știe cu exactitate, dar ar putea exista până la un milion de tipuri de proteine în corpul uman și fiecare dintre ele este un mic miracol. După toate legile probabilității, proteinele nu ar trebui să existe. Pentru a obține o proteină, trebuie să aduni aminoacizi (pe care, în virtutea unei lungi tradiții, mă simt obligat să îi numesc „pietrele de temelie ale vieții”) într-o ordine anume, cam în același fel în care reunești literele într-o ordine anume pentru a forma un cuvânt. Problema este că în alfabetul aminoacidic cuvintele sunt de multe ori excesiv de lungi. Pentru a forma cuvântul „colagen”, numele unui tip frecvent de proteină, trebuie să aranjezi șapte litere în ordinea corectă. Pentru a obține colagen, trebuie să aranjezi 1.055 de aminoacizi într-o anumită înșiruire. Însă – și acesta este un lucru evident, dar fundamental – nu-l obținem. Se produce singur, spontan, fără indicații – și aici intervine improbabilitatea.

Șansele ca o moleculă cu o secvență de 1.055 de aminoacizi precum colagenul să se reunească singură în mod spontan sunt practic nule. Pur și simplu nu are cum să se întâmple așa ceva. Pentru a înțelege ce măsură de hazard implică existența ei, imaginați-vă un automat de jocuri obișnuit din Las Vegas,

dar cu dimensiuni mult mai mari – de circa douăzeci și șapte de metri, mai exact –, pentru a include 1.055 de roți care se învârt, în locul obișnuitelor trei sau patru, cu douăzeci de simboluri pe fiecare roțiță (câte unul pentru fiecare aminoacid frecvent)^{*1}. Cam de câte ori ar trebui să trageți de mâner pentru ca toate cele 1.055 de simboluri să apară în ordinea corectă? Practic, la infinit. Chiar dacă ați reduce numărul roților la două sute, numărul de aminoacizi mai frecvenți întâlniți pentru o proteină, șansele ca toate cele două sute să apară în ordinea cerută sunt de 1 la 10^{260} (adică 1 urmat de 260 de zerouri). Acest număr în sine este mai mare decât numărul atomilor din Univers.

Pe scurt, proteinele sunt entități complexe. Hemoglobina are o înșiruire de numai 146 de aminoacizi, un mizilic după standardele proteice, și totuși oferă 10^{190} combinații posibile, motiv pentru care chimistului Max Perutz de la Universitatea Cambridge i-a luat douăzeci și trei de ani – aproape o întreagă carieră – să o descompună. Vă imaginați cam cât de minuscule sunt șansele ca evenimente aleatorii să producă fie și o singură proteină. E ca și cum ne-am aștepta ca un vârtej de vânt să se rotească printr-o curte cu vechituri și să lase în urmă un avion cu reacție gata asamblat, după cum se exprima plastic astronomul Fred Hoyle.

Și totuși, vorbim de câteva sute de mii de tipuri de proteine, poate chiar un milion, fiecare unică și, din câte știm, fiecare vitală pentru a vă menține sănătos și fericit. Dar lucrurile nu se opresc aici. Pentru a fi de folos, o proteină trebuie nu doar să reunească aminoacizii în ordinea corectă, ci să se preschimbe într-un fel de origami chimic și să se împaturească într-o formă extrem de precisă. Chiar și după ce

a atins această complexitate structurală, proteina nu vă este de niciun folos dacă nu se poate reproduce, iar proteinele nu pot face acest lucru. Pentru aceasta, aveți nevoie de ADN. ADN-ul este un maestru al duplicării – își poate face o copie într-un interval de secunde –, dar, practic, nu face nimic altceva. Avem așadar o situație paradoxală. Proteinele nu pot exista fără ADN, iar ADN-ul n-are niciun rost fără proteine. Și atunci, ar trebui să presupunem că cele două apar simultan cu scopul de a se susține reciproc? Dacă da, ce minunat!

Și asta nu e totul. ADN-ul, proteinele și alți compuși ai vieții nu ar putea prospera în lipsa unei membrane care să le cuprindă. Niciun atom și nicio moleculă nu au reușit să trăiască independent. Dacă decuplați orice atom din corp, acesta nu va fi cu nimic mai viu decât un fir de nisip. Numai atunci când se reunesc în refugiul protector al unei celule, aceste materiale diverse încep să ia parte la uluitorul dans pe care-l numim viață. În lipsa celulei, sunt doar niște substanțe chimice interesante. Dar, fără substanțele chimice, celula este inutilă. Davies se întreabă: „Dacă fiecare element are nevoie de toate celelalte, cum a luat naștere de la bun început comunitatea moleculelor?”. Este ca și cum toate ingredientele din bucătăria dumneavoastră s-ar fi adunat cumva și s-ar fi copt singure, formând o prăjitură – o prăjitură care, pe deasupra, se poate diviza de câte ori este nevoie pentru a produce *mai multe* prăjituri. Nici nu este de mirare că-l numim miracolul vieții. Și nu este de mirare nici că abia am început să-l înțelegem.

Așadar, cum se explică toată această complexitate miraculoasă? Poate că nu este chiar – nu *tocmai* – atât de

miraculoasă cum pare la prima vedere. Să ne gândim la acele proteine incredibile prin apariția lor. Ne minunăm de structura lor, pornind de la premisa că se ivesc în peisaj gata formate. Dar dacă lanțurile de proteine nu se formează deodată? Dacă, în marele automat al creației, unele dintre rotițe pot fi ținute pe loc, ca un jucător care pune deoparte un număr promițător? Cu alte cuvinte, dacă proteinele nu iau naștere brusc, ci *evoluează*?

Gândiți-vă ce ar fi dacă ați lua toate componentele care alcătuiesc o ființă umană – carbon, hidrogen, oxigen și toate celelalte –, le-ați pune într-un recipient cu ceva apă, le-ați amesteca zdravăn și din ele ar ieși o ființă umană. Ar fi cu adevărat uluitor. În esență, cam asta susțin Hoyle și alții (inclusiv mulți creaționiști fervenți) atunci când afirmă că toate proteinele se formează spontan și simultan. Nu este așa – nu avea cum să fie. După cum susține Richard Dawkins în *Ceasornicarul orb*, trebuie să fi existat vreun fel de proces cumulativ de selecție care să le fi permis aminoacizilor să se grupeze. Poate că la început doi-trei aminoacizi s-au unit ca să îndeplinească vreo funcție simplă, iar apoi, după o vreme, au dat peste un alt ciorchine similar și astfel au „descoperit” îmbunătățiri suplimentare.

În realitate, reacțiile chimice pe care le asociem cu viața sunt ceva deja banal. Poate că nu stă în puterile noastre să le combinăm într-un laborator după modelul lui Stanley Miller și Harold Urey, dar universului îi reușește destul de bine. O mulțime de molecule din natură se reunesc pentru a forma lanțuri lungi, numite polimeri. Zaharurile se reunesc în mod constant pentru a forma amidonul. Cristalele pot face câteva trucuri asemănătoare vieții – să se multiplice, să răspundă

unor stimuli din mediu, să dezvolte o complexitate bazată pe tipare. Firește că nu au ajuns niciodată la stadiul de viață, dar, după cum au dovedit în repetate rânduri, complexitatea este o stare firească, spontană și perfect previzibilă. Nu știu dacă viața abundă sau nu în Univers, dar știu că acesta nu duce lipsă de autostructurare spontană ordonată, sub toate formele, de la simetria hipnotizantă a fulgilor de nea până la pitoreștile inele ale lui Saturn.

Acest impuls natural către reunire este atât de puternic, încât, în prezent, numeroși oameni de știință cred că viața ar putea fi mai inevitabilă decât ne imaginăm noi – că este „o manifestare obligatorie a materiei, care apare automat oriunde se îndeplinesc condițiile necesare”, în cuvintele biochimistului belgian, laureat al Premiului Nobel, Christian de Duve. De Duve considera chiar că este posibil ca asemenea condiții să se întrunească și de un milion de ori în fiecare galaxie.

Este evident că substanțele chimice care ne dau viață nu au nimic exotic. Dacă ați dori să creați o entitate vie, indiferent dacă este un peștișor de acvariu, o salată sau o ființă umană, nu aveți nevoie decât de patru elemente principale, carbon, hidrogen, oxigen și azot, și de mici cantități din altele câteva, în principal sulf, fosfor, calciu și fier. Dacă le puneți pe acestea în vreo trei duzini de combinații pentru a forma niște zaharuri, acizi și alte componente de bază, puteți alcătui orice ființă vie. Dawkins scria: „Substanțele din care sunt alcătuite ființele vii nu au nimic extraordinar. Ființele vii sunt grupări de molecule, la fel ca orice altceva”.

Concluzia ar fi că viața este uluitoare, generoasă, poate chiar miraculoasă, dar deloc imposibilă – după cum o

dovedim și noi, în mod constant, prin existența noastră modestă. Cu siguranță că multe dintre detaliile subtile ale începuturilor vieții rămân într-o oarecare măsură indescifrabile. Orice scenariu pe care l-ați citit vreodată referitor la condițiile necesare dezvoltării vieții presupune prezența apei – de la „micul iaz calduț în care presupunea Darwin că a început viața până la gurile efervescente de pe fundul mării, care reprezintă acum candidații favoriți la titlul de leagăn al vieții –, dar toate acestea trec cu vederea faptul că, pentru transformarea monomerilor în polimeri (adică pentru a începe să creezi proteine), este nevoie de o reacție cunoscută în biologie drept polimerizare prin condensare. Un text de referință din biologie spune, poate chiar cu o ușoară urmă de disconfort: „Cercetătorii sunt de acord că astfel de reacții nu ar fi găsit un mediu propice energetic în mările primitive, de altfel în niciun mediu acvatic, din cauza legii acțiunii maselor”. Este ca atunci când pui zahăr într-un pahar cu apă, așteptând apoi ca acesta să se transforme într-un cub. Nu ar trebui să se întâmple acest lucru, dar, cumva, în natură se întâmplă. Reacțiile chimice exacte sunt un pic prea complicate pentru ceea ce ne propunem noi aici, dar este suficient să reținem că, dacă udăm monomerii, nu vor deveni polimeri – decât atunci când creează viață pe Pământ. Cum și de ce se întâmplă atunci, și nu în alte condiții rămân două dintre marile întrebări fără răspuns ale biologiei.

Una dintre cele mai mari surprize din deceniile recente ale științelor a fost să se descopere cât de timpuriu a apărut viața în istoria Pământului. Până prin anii 1950, s-a crezut că viața există de mai puțin de 600 de milioane de ani. Prin anii 1970, câteva minți mai îndrăznețe s-au gândit că ar putea merge

până în urmă cu 2,5 miliarde de ani. Dar datarea actuală, cu 3,85 miliarde de ani în urmă, ne plasează la un moment uluitor de timpuriu. Suprafața Pământului a devenit solidă abia cu circa 3,9 miliarde de ani în urmă.

„Din această rapiditate putem deduce că viața la nivel bacterian nu întâmpină prea mari dificultăți în a evolua pe planetele care oferă condițiile potrivite”, scria Steven Jay Gould în *The New York Times* în 1996. Sau, după cum spune el în altă parte, „nu putem ignora concluzia că viața, cu apariția sa din primul moment posibil, era predestinată chimic să existe”.

Mai mult, viața a apărut atât de rapid, încât unele minți luminate cred că trebuie să fi primit și puțin ajutor – poate chiar mai mult. Ideea că viața de pe Pământ ar fi putut veni din spațiu are o tradiție surprinzător de lungă, ba chiar, pe alocuri, distinsă. Însuși marele lord Kelvin a expus această posibilitate încă din 1871, la o întâlnire a Asociației Britanice pentru Dezvoltarea Științei, când a sugerat că „germenii vieții ar fi putut fi aduși pe pământ de vreun meteorit”. Dar a rămas o noțiune excentrică până într-o duminică de septembrie 1969, când zeci de mii de australieni au fost speriați de o serie de bubuituri sonice și de vederea unui ghem de foc străbătând cerul de la est la vest. Ghemul de foc în trecere a scos un fel de trosnitură și a lăsat în urmă un miros pe care unii l-au asemuit cu alcoolul metilic (spirtul medicinal), iar alții l-au numit pur și simplu groaznic.

Ghemul de foc a explodat deasupra orașului Murchison, o localitate cu șase sute de locuitori din Goulburn Valley, la nord de Melbourne, și a căzut pe pământ în bucăți, unele de peste cinci kilograme. Din fericire, nimeni nu a fost rănit. Era un

meteorit de un tip rar, cunoscut sub numele de *carbonaceous chondrite*^{*2}, iar oamenii din oraș au dat o mână de ajutor, adunând cam aproape 90 kg din el. Meteoritul a picat într-un moment cum nu se putea mai potrivit. Cu mai puțin de două luni înainte, astronauții de pe Apollo 11 se întorseseră pe Pământ cu o colecție de roci selenare, așa încât toate laboratoarele din lume erau în căutare de – chiar în cursă după – roci de origine extraterestră.

S-a descoperit că meteoritul de la Murchison avea 4,5 miliarde de ani vechime și era bine împănat cu aminoacizi – în total, șaptezeci și patru de tipuri, dintre care opt participă la formarea proteinelor terestre. La sfârșitul anului 2001, la mai bine de treizeci de ani după ce s-a prăbușit, o echipă de la Ames Research Center din California a anunțat că rocile de la Murchison conțineau, de asemenea, lanțuri complexe de zaharuri numite polioli, care nu mai fuseseră găsite altundeva decât pe Pământ până atunci.

Alți câțiva meteoriți de tip *carbonaceous chondrite* s-au rătăcit în calea Pământului din 1969 încoace – unul, care a aterizat în apropiere de Lacul Tagish din Yukon, Canada, în ianuarie 2000, a putut fi văzut în zone extinse din America de Nord – și au confirmat la rândul lor că universul este bogat în compuși organici. Cometa Halley, se spune, este alcătuită în proporție de circa 25% din molecule organice. Dacă un număr suficient de mare de astfel de molecule cad într-un loc potrivit – cum ar fi Pământul –, am obținut deja elementele de bază de care avem nevoie pentru apariția vieții.

Noțiunea de panspermie, ce reunește teoriile despre originea extraterestră a vieții, ridică două probleme. Prima este aceea că nu răspunde la niciuna dintre întrebările despre

cum a apărut viața, ci doar transferă altundeva responsabilitatea pentru apariția sa. Cealaltă este aceea că panspermia tinde uneori să îi incite până și pe adeștii săi cei mai respectabili la grade de speculație pe care le putem numi, fără teamă că greșim, imprudente. Francis Crick, codescoperitorul structurii ADN-ului, și colega sa, Leslie Orgel, au sugerat că pe Pământ „viața a fost introdusă deliberat de extraterestri inteligenți”, idee despre care Gribbin spune că se află „la limita extremă a respectabilității științifice” – sau, altfel spus, o noțiune care ar fi fost considerată nebunie curată dacă ar fi fost vehiculată de altcineva decât de un laureat al Premiului Nobel. Fred Hoyle și colega sa, Chandra Wickramasinghe, au subminat și mai mult entuziasmul pentru panspermie sugerând, după cum remarcam în Capitolul 3, că spațiul exterior ne-a adus nu doar viața, ci și multe boli, precum gripa sau ciurma bubonică, idee demontată rapid de biochimiști.

Orice ar fi declanșat apariția vieții, s-a întâmplat o singură dată. Acesta este cel mai extraordinar fapt din biologie, poate chiar cel mai extraordinar fapt la care ne putem gândi. Tot ce a avut vreodată viață, plantă sau animal, își are originile în zvâcnirea primordială. La un anumit moment, într-un trecut îndepărtat, dincolo de limitele imaginației noastre, o mână de substanțe chimice au început să forfotească, prinzând viață. Au absorbit ceva substanțe nutritive, au pulsant ușor, au avut o scurtă existență. Poate că aceasta se mai întâmplase de multe ori înainte. Dar acest pachet ancestral a făcut ceva în plus, ceva extraordinar: s-a divizat și a produs un moștenitor. O cantitate minusculă de material genetic a trecut de la o entitate vie la alta și de atunci încolo își continuă neîntrerupt

drumul. Acela a fost momentul creației pentru noi toți. Biologii o numesc uneori Marea Naștere.

„Oriunde te-ai duce în lume, la orice animal, plantă, insectă sau urmă minuscule te-ai uita, dacă este vie, folosește același dicționar și știe același cod. Viața este una peste tot”, spune Matt Ridley. Cu toții suntem rezultatul unui unic truc genetic, transmis din generație în generație de aproape patru miliarde de ani, într-o asemenea măsură, încât poți lua un fragment de informație genetică umană și-l poți introduce într-o celulă de drojdie incompletă, iar celula îl va folosi de parcă i-ar aparține. Și, în sensul cel mai strict, chiar îi aparține.

Zorii vieții – sau ceva foarte asemănător – se află pe un raft din biroul unui specialist în geochimie izotopică pe nume Victoria Bennett, din clădirea de Științe ale Pământului din cadrul Universității Naționale Australiene (ANU) din Canberra. Americancă de origine, doamna Bennett a venit la ANU din California în 1989, cu un contract pe doi ani, și a rămas aici. Când am vizitat-o eu, la sfârșitul anului 2001, mi-a întins o bucată de rocă de dimensiuni medii, alcătuită din straturi subțiri, alternative, de cuarț alb și un material gri-verzui numit clinopiroxen. Roca provenea din insula Akilia, Groenlanda, unde în 1997 s-au descoperit roci primitive neobișnuite. Rocile au o vechime de 3,85 miliarde de ani și reprezintă cele mai vechi sedimente marine descoperite vreodată.

— Nu putem fi siguri că ceea ce țineți dumneavoastră în mână acum a conținut cândva organisme vii, deoarece ar trebui să o facem praf ca să aflăm, mi-a spus doamna Bennett. Dar provine din același depozit din care au fost excavate cele

mai vechi urme de viață, așa că *probabil* a conținut organisme vii.

Și nici nu veți găsi microbi fosilizați în adevăratul sens, indiferent cât de atent ați căuta. Din păcate, orice organism simplu a fost probabil copt și răscopt prin procesele care au transformat noroiul sedimentar oceanic în piatră. Dacă am distruge roca și am examina-o la microscop, ceea ce am găsi în schimb ar fi reziduurile chimice pe care le-au lăsat în urmă organismele – izotopi de carbon și un tip de fosfat numit apatit, care, interpretate împreună, oferă dovezi concludente că acea rocă a conținut cândva colonii de ființe vii.

— Nu putem decât să ghicim cum trebuie să fi arătat organismele, spune doamna Bennett. Probabil că era o formă arhiprimitivă și, totuși, viață: a trăit și s-a înmulțit.

Și, într-un final, a dus la apariția noastră.

Dacă ești pasionat de rocile străvechi, așa cum este, fără îndoială, doamna Bennett, ANU este de multă vreme o alegere excelentă. Aceasta se datorează în bună parte ingeniozității unui om pe nume Bill Compston, care acum este pensionar, dar care în anii 1970 a construit prima microsondă ionică de înaltă rezoluție – Sensitive High Resolution Ion Micro Probe sau SHRIMP (crevete), cum îl numesc cu afecțiune cunoscătorii. Aceasta este o mașinărie care măsoară rata de dezintegrare a uraniului din mineralele minuscule de zirconiu. Zirconiuul apare în majoritatea rocilor, alături de bazalt, și are o rezistență enormă, supraviețuind tuturor proceselor naturale, cu excepția subducției. Cea mai mare parte a scoarței Pământului s-a întors în interiorul acestuia la un moment dat, dar pe alocuri – în Australia de Vest și Groenlanda, de exemplu – geologii găsesc rezerve de rocă

rămase întotdeauna la suprafață. Mașinăria lui Compston permitea datarea acestor roci cu o precizie neegalată. Prototipul SHRIMP a fost construit și pus în funcțiune chiar în atelierele Catedrei de Științe ale Pământului și arăta de parcă ar fi fost asamblat din resturi luate la reduceri, dar mergea de minune. La primul test oficial din 1982, a datat cel mai vechi lucru găsit vreodată – o rocă de 4,3 miliarde de ani vechime din Australia de Vest.

Doamna Bennett mi-a spus:

— Faptul că am descoperit ceva atât de important și atât de rapid, cu o tehnologie atât de nouă, a provocat la acea vreme o agitație considerabilă.

M-a condus la capătul culoarului ca să-mi arate modelul actual, SHRIMP II. Era un aparat mare, greoi, din oțel inoxidabil, cam de 3,5 m lungime și 1,5 m înălțime, cu o construcție solidă, ca a sondelor de mare adâncime. Lângă consola din fața aparatului, urmărind cu un ochi atent pe ecran coloanele de cifre în permanentă schimbare, se afla un bărbat pe nume Bob de la Universitatea Canterbury din Noua Zeelandă. Mi-a spus că era acolo de la patru dimineața. Trecuse de ora nouă, iar Bob avea mașinăria la dispoziție până la prânz. SHRIMP II funcționează douăzeci și patru de ore pe zi; doar sunt o mulțime de roci de datat. Dacă întrebați câțiva geochimiști cum funcționează mașinăria, vor începe să vă vorbească despre afluența de izotopi și nivelurile de ionizare cu un entuziasm care vă deschide mai degrabă inima decât mintea. Pe scurt însă, mașinăria bombardează cu fascicule de atomi cu sarcină electrică un eșantion de rocă și astfel detectează diferențele subtile dintre cantitățile de plumb și uraniu din mostrele de zirconiu, deducând cu

acuratețe vârsta rocilor. Bob mi-a spus că durează cam șaptesprezece minute pentru a citi o mostră de zirconiu și că este necesară citirea câtorva zeci din fiecare rocă pentru a obține o datare sigură. În realitate, procesul pare să implice cam tot atâta activitate complexă și stimulare cât un drum la spălătorie, însă Bob părea foarte fericit; dar să nu uităm că mai toți neozeelandezii par fericiți, așa, în general.

Catedra de Științe ale Pământului era o combinație ciudată – parțial birou, parțial laborator și o altă parte depozit de aparate.

— Înainte construiam totul aici, mi-a spus Victoria Bennett. Aveam chiar și sticlarul nostru, dar a ieșit la pensie. Mai avem încă doi spărgători de roci cu normă întreagă.

Mi-a surprins privirea ușor mirată.

— Ne ocupăm de o *mulțime* de roci. Și toate trebuie atent pregătite. Trebuie să ne asigurăm că nu sunt contaminate de mostrele anterioare – nicio urmă de praf ori altceva. Este un proces destul de meticulos.

Mi-a arătat o mașinărie de strivit roci care părea cu adevărat primitivă, însă cei doi spărgători de roci erau, se pare, în pauză de cafea. Pe lângă mașini se mai aflau niște cutii enorme, conținând roci de toate formele și dimensiunile. Puteți fi siguri că cei de la ANU chiar se ocupă de o mulțime de roci.

Când ne-am întors în biroul doamnei Bennett după tur, am remarcat că pe peretele ei era atârnat un afiș care reprezenta o imagine a Pământului, în viziunea unui artist cu o imaginație bogată, așa cum trebuie să fi arătat acesta acum 3,5 miliarde de ani, cam atunci când începea să se dezvolte viața, în perioada cunoscută în lumea științelor Pământului drept

arhaic. Afișul înfățișa un peisaj straniu, cu vulcani uriași și extrem de activi și o mare arămie, aburindă, sub un cer aspru, roșiatic. Stromatolitele, un fel de corali bacterieni, umpleau golurile din planul apropiat. Nu părea un spațiu prea promițător pentru a crea și a întreține viața. Am întrebat-o dacă pictura era corectă.

— Există o școală de gândire care afirmă că era chiar rece pe atunci, pentru că soarele era mult mai slab (am aflat mai târziu că biologii, atunci când au chef de glumă, numesc acest fenomen „problema restaurantului chinezesc”, pentru că aveau un soare slab^{*3}). Fără atmosferă, razele ultraviolete de la soare, chiar și de la unul slab, ar fi avut tendința să rupă orice legături incipiente create între molecule. Și totuși, chiar aici – a spus ea, atingând stromatolitele – găsim organisme aproape de suprafață. Este un mister.

— Așadar, nu știm cum arăta lumea pe atunci?

— Hmmm, m-a aprobat ea îngândurată.

— Oricum ar fi, nu pare prea propice vieții.

A dat din cap cu amabilitate.

— Dar trebuie să fi existat ceva care predispunea la viață. Altfel, noi nu am exista.

Sigur nu ar fi fost potrivită pentru noi. Dacă ați coborî dintr-o mașină a timpului în lumea preistorică a arhaicului, ați fugi mâncând pământul înapoi, pentru că pe atunci oxigenul respirabil era la fel de mult cât există astăzi pe Marte. De asemenea, Pământul era plin de vapori toxici, de la acizii sulfuric și clorhidric, suficient de puternici ca să treacă prin îmbrăcăminte și să rănească pielea. Și nici nu ați fi găsit peisajele curate și strălucitoare din afișul aflat în biroul

Victoriei Bennett. Tocănița chimică din care era alcătuită atmosfera atunci ar fi lăsat să treacă prea puțină lumină solară către suprafața Pământului. Puținul pe care l-ați fi văzut ar fi fost iluminat în scurte reprize de scânteile frecvente ale fulgerelor. Pe scurt, era Pământul, dar un Pământ pe care nu l-am fi recunoscut.

Aniversările erau puține și la distanțe enorme în lumea arhaică. Vreme de două miliarde de ani, bacteriile au reprezentat singura formă de viață. Au trăit, s-au reproduș, au format colonii, dar nu au arătat nicio înclinație specială către evoluția spre un nivel mai complex de existență. La un moment dat, în primul miliard de ani de viață, cianobacteria, sau alga verde-albastră, a învățat să folosească o resursă disponibilă la discreție: hidrogenul care abundă în apă. Ea absorbea molecule de apă, înghițea hidrogenul și elibera oxigenul ca reziduu, iar prin aceasta a inventat fotosinteza. După cum scriau Margulis și Sagan, fotosinteza este, „fără îndoială, cea mai importantă inovație metabolică din istoria vieții de pe planetă” – și nu a fost inventată de plante, ci de bacterii.

Pe măsură ce cianobacteriile se înmulțeau, lumea a început să se umple cu oxigen molecular (O_2), spre consternarea acelor organisme pentru care acesta era otrăvitor – adică mai toate, în acele vremuri. Într-o lume anaerobă (care nu folosește oxigen), oxigenul este extrem de otrăvitor. Globulele albe din sângele nostru chiar folosesc oxigenul pentru a ucide bacteriile invadatoare. Pentru aceia dintre noi care găsesc oxigenul un element firesc pentru bunăstarea noastră, reprezintă o surpriză descoperirea că el este în realitate toxic, dar noi îl agreăm numai pentru că am învățat prin evoluție să

îl exploatăm. Pentru alte lucruri, oxigenul este o teroare. Din cauza lui rânzește untul și ruginește fierul. Chiar și noi îl tolerăm numai până la un punct. Nivelul de oxigen din celulele noastre atinge numai o zecime din cel existent în atmosferă.

Noile organisme care foloseau oxigenul aveau două avantaje. Oxigenul reprezenta o cale mai eficientă de a produce energie și de a învinge organismele concurente. Unele s-au retras în lumea mocirloasă și anaerobă a mlaștinilor și pe fundurile lacurilor. Altele au făcut același lucru, dar mai târziu (mult mai târziu) au migrat către tracturile digestive ale unor ființe ca dumneavoastră și ca mine. Un număr destul de mare din aceste creaturi primitive trăiesc chiar acum în corpul nostru, ajutând la digerarea mâncării, dar detestând până și cea mai mică urmă de oxigen molecular. Dar altele, al căror număr nici nu îl bănuim, nu au reușit să se adapteze și au dispărut.

Cianobacteriile au reprezentat un succes efemer. La început, oxigenul produs în plus nu s-a acumulat în atmosferă, ci s-a combinat cu fierul pentru a forma oxizi de fier, care s-au depus pe fundul mărilor primitive. Vreme de milioane de ani, lumea a ruginit la propriu – un fenomen amplu, demonstrat de zăcămintele care oferă astăzi rezervele de fier ale lumii. Vreme de zeci de milioane de ani, pe lângă acest fapt nu s-a mai întâmplat mare lucru. Dacă v-ați întoarce în acea lume proterozoică timpurie, nu ați descoperi prea multe semne promițătoare ale vieții viitoare de pe Pământ. Poate ici și colo, prin iazuri ascunse, ați descoperi vreun strat de spumă vie sau vreo pojghiță strălucitoare de alge verzi și maronii pe rocile de la mal, dar, în afară de acestea, viața ar rămâne invizibilă.

Dar acum 3,5 miliarde de ani a devenit evident un lucru mai important. Pe unde mărilor erau mai puțin adânci au început să apară structuri vizibile. În timp ce își desfășurau activitatea chimică, cianobacteriile au devenit foarte ușor lipicioase, iar în acest stadiu s-au prins în microparticule de praf și nisip, care s-au reunit pentru a forma structuri ușor bizare, dar solide: stromatolitele care apăreau pe bancurile din afișul aflat în biroul Victoriei Bennett. Stromatolitele aveau forme și dimensiuni variabile. Uneori arătau ca niște conopide enorme, iar alteori precum niște saltele pufoase (*stromatolit* provine de la cuvântul grecesc pentru „saltea”); uneori luau forma unor coloane care se ridicau zeci de metri deasupra nivelului apei, chiar până la o sută de metri. Din toate punctele de vedere, erau un fel de roci vii și au reprezentat prima inițiativă de cooperare din lume, în care unele varietăți de organisme primitive trăiau doar la suprafață, iar altele doar în subteran, dar fiecare se bucura de condițiile create de celelalte. Lumea dispunea de primul ecosistem.

O perioadă îndelungată, oamenii de știință au cunoscut stromatolitele doar din formațiunile de fosile, dar în 1961 au avut o mare surpriză atunci când au descoperit o comunitate de stromatolite vii în Golful Rechinului, pe îndepărtata coastă nord-vestică a Australiei. A fost un lucru cât se poate de neașteptat – ba chiar atât de neașteptat, încât au trecut ani buni înainte ca oamenii de știință să-și dea seama exact ce descoperiseră. Astăzi însă, Golful Rechinului este o atracție turistică, cel puțin în măsura în care poate fi o atracție turistică un loc aflat la sute de kilometri depărtare de un minimum de civilizație și la zeci de kilometri de orice alt

reper cunoscut. S-au construit pontoane de lemn până în largul golfului, pentru ca turiștii să poată să se plimbe pe deasupra apei și să vadă bine stromatolitele care respiră liniștite puțin sub suprafață. Sunt cenușii și lipsite de strălucire și, după cum aminteam într-o altă carte, arată ca niște balegi de vacă. Dar trăiești un moment ciudat atunci când îți dai seama că te uiți la rămășițele vii ale Pământului așa cum era acum 3,5 miliarde de ani. Richard Fortey spunea: „Este ca o călătorie în timp, iar dacă lumea ar fi conștientă de adevăratele sale minuni, această priveliște ar fi la fel de cunoscută ca piramidele de la Gizeh”. Deși nu ați ghici niciodată, aceste roci banale colcăie de viață, cu o densitate estimată (evident că estimată) de cinci sute de milioane de organisme individuale pe fiecare centimetru pătrat. Uneori, dacă te uiți cu atenție, poți vedea mici șiruri de bule care se ridică la suprafață pe măsură ce organismele eliberează oxigen. În două miliarde de ani, aceste eliberări minuscule au sporit nivelul de oxigen din atmosfera Pământului cu până la 20%, pregătind calea pentru următorul capitol mai complex din istoria vieții.

S-a sugerat că cianobacteriile din Golful Rechinului ar putea fi organismele cu cea mai lentă evoluție de pe Pământ, iar acum sunt cu siguranță printre cele mai rare. După ce au pregătit terenul pentru forme de viață mai complexe, ele s-au stins aproape peste tot, consumate până la epuizare tocmai de organismele a căror existență a fost posibilă grație lor. (Mai există încă în Golful Rechinului, întrucât apele sunt prea sărate pentru organismele care în mod normal s-ar hrăni cu acestea.)

Unul dintre motivele pentru care evoluția vieții spre complexitate s-a desfășurat atât de lent a fost acela că lumea a trebuit să aștepte până când organismele mai simple au oxigenat suficient atmosfera. „Animalele nu își puteau aduna energia necesară pentru a funcționa”, cum ar fi spus Fortey. A fost nevoie de aproape două miliarde de ani, aproape 40% din istoria Pământului, pentru ca oxigenul din atmosferă să atingă nivelurile de concentrație apropiate de cele actuale. Dar, odată ce s-a asigurat cadrul, și aceasta destul de brusc, se pare, au apărut un tip complet nou de celulă, una care conține un nucleu, și alte mici organisme denumite colectiv *organelles* (de la cuvântul grecesc care înseamnă „mici instrumente”). Se crede că procesul ar fi început atunci când o bacterie mai stângace sau mai aventuroasă fie a invadat, fie a fost capturată de vreo altă bacterie și s-a dovedit că acest lucru le favoriza pe amândouă. Bacteria captivă a devenit, se pare, mitocondrie. Această invazie mitocondrică (sau momentul endosimbiozei, după cum le place biologilor să o numească) a făcut posibilă viața complexă. (La plante, o invazie similară a produs cloroplastele, care fac posibilă fotosinteza.)

Mitocondria folosește oxigenul astfel încât să elibereze energie din substanțele nutritive. Fără acest truc ajutor, viața pe Pământ nu ar fi în prezent decât un terci de microbi simpli. Mitocondriile sunt foarte mici – puteți aduna până la un miliard în spațiul ocupat de un fir de nisip –, dar și foarte flămânde. Aproape fiecare substanță hrănitoare pe care o absorbiți se duce să le hrănească pe ele.

Fără ele, nu am putea trăi nici două minute și totuși, chiar după un miliard de ani, mitocondriile se poartă ca și cum și-ar imagina că între noi lucrurile nu merg prea bine. Își păstrează

propriul ADN, ARN și ribozomii proprii. Se reproduc în momente diferite față de celulele lor gazdă. Arată ca bacteriile, se divizează precum bacteriile și uneori răspund la antibiotice la fel ca bacteriile. Nici măcar nu vorbesc același limbaj genetic cu celula în care trăiesc. Pe scurt, își țin bagajele gata făcute. Este ca și cum ai avea un străin în casă, dar unul care stă acolo de un miliard de ani.

Acest nou tip de celule sunt cunoscute drept eucariote (însemnând „cu nucleu bine definit”), spre deosebire de vechiul tip, cunoscut drept procariote („prenucleate”), și par să fi apărut brusc în istoria fosilelor. Cele mai vechi eucariote cunoscute până acum, numite *grypania*, au fost descoperite în sedimentele de fier din Michigan în 1992. Aceste fosile au fost descoperite o singură dată și apoi nu se mai cunosc altele vreme de cinci sute de milioane de ani.

Pământul tocmai făcuse primul pas către a deveni o planetă cu adevărat interesantă. Prin comparație cu noile eucariote, vechile procariote erau doar niște „pungi de substanțe chimice”, ca să împrumutăm expresia geologului britanic Stephen Drury. Eucariotele erau mai mari – mai târziu, au ajuns de până la zece mii de ori mai mari – decât verii lor mai simpli și puteau conține de o mie de ori mai mult ADN. Treptat, grație acestor inovații, viața a devenit complexă și a creat două tipuri de organisme: cele care elimină oxigenul (precum plantele) și cele care îl absorb (ca dumneavoastră și ca mine).

Eucariotele unicelulare au fost cândva numite *protozoare* („preanimale”), dar acest termen este tot mai des contestat. Termenul folosit astăzi frecvent pentru ele este „protiste”. Prin comparație cu bacteriile care existaseră înainte, aceste

protiste erau o minune a ingineriei și a sofisticării. Simpla amibă, cu numai o celulă și fără nicio altă ambiție decât aceea de a exista, conține patru sute de milioane de elemente de informație genetică în ADN-ul său – suficient pentru a umple optzeci de cărți a cinci sute de pagini fiecare, după cum observa Carl Sagan.

Mai târziu, eucariotele au învățat o șmecherie și mai interesantă. Le-a luat multă vreme – cam un miliard de ani –, dar atunci când au învățat să o stăpânească le-a fost de mare folos. S-au deprins să se adune în ființe complexe, pluricelulare. Grație acestei inovații, au fost posibile ființele mari, complicate, vizibile, ca noi. Planeta Pământ era gata să treacă spre următoarea fază ambițioasă.

Dar, înainte să ne bucurăm prea tare, poate ar trebui să ne amintim că lumea, așa cum vom vedea în continuare, aparține încă celor mici.

*1 De fapt, există douăzeci și doi de aminoacizi care se produc spontan pe Pământ și mulți alții care așteaptă să fie descoperiți, dar numai douăzeci dintre aceștia sunt necesari pentru a ne construi pe noi și majoritatea celorlalte ființe vii. Cel de-al douăzeci și doilea, numit pirolizină, a fost descoperit în 2002 de cercetătorii de la Ohio State University și se găsește într-un singur tip de arhaic (o formă primară de viață despre care vom discuta ceva mai târziu în povestea noastră), numit *Methanosarcina barkeri*.

*2 Tip de meteoriți litoizi primitivi, în compoziția cărora intră în principal apă și compuși organici (n.tr.).

*3 Joc de cuvinte intraductibil. *Dim sun*, denumirea unui fel de mâncare chinezesc, înseamnă în engleză „soare palid” (n.tr.).

Capitolul 20

Ce mică-i lumea!

Probabil că nu este o idee foarte bună să ne interesăm prea îndeaproape de microbii de lângă noi. Marele chimist și bacteriolog francez Louis Pasteur devenise atât de preocupat de microbii săi, încât a început să cerceteze cu un ochi critic, printr-o lupă, fiecare farfurie cu mâncare așezată dinaintea lui, obicei care, credem noi, nu i-a adus prea multe invitații la cină.

În realitate, nu are niciun rost să încercăm să ne ascundem de bacteriile noastre, pentru că ele se află în permanență pe și în jurul nostru în cantități inimaginabile. Dacă aveți o sănătate bună și o preocupare medie pentru igienă, probabil că dețineți o turmă de circa o mie de miliarde de bacterii ce pasc pe câmpiile epidermei dumneavoastră – circa o sută de mii pe fiecare centimetru pătrat de piele. Sunt acolo ca să se hrănească din cele zece miliarde, dacă nu mai bine, de firisoare de piele care se descuamează în fiecare zi, plus din toate uleiurile gustoase și mineralele fortifiante care se scurg prin fiecare por și fiecare fisură. Pentru ele, sunteți bufetul suprem, cu extraserviciile de căldură și mobilitate permanentă incluse. Ca să vă mulțumească, acestea vă asigură mirosurile specifice.

Și acestea sunt doar bacteriile care trăiesc pe pielea dumneavoastră. Mai sunt alte mii de miliarde ascunse în abdomen și în orificiul nazal, prinse de păr și de gene, plutind pe suprafața ochiului sau săpând în smalțul dinților. Numai aparatul digestiv este gazda a peste o sută de mii de miliarde de microbi de cel puțin patru sute de tipuri. Unii se ocupă de zaharuri, alții de amidon, iar alții atacă bacteriile. Unele, surprinzător de multe, de altfel, cum ar fi omniprezentele spirochete intestinale, nu au niciun fel de funcție detectabilă. Se pare că pur și simplu le place să stea cu dumneavoastră. Fiecare corp uman conține circa zece milioane de miliarde de celule, dar este gazdă pentru aproximativ o sută de milioane de miliarde de celule de bacterii. Pe scurt, acestea reprezintă o mare parte din noi. Firește că, din punctul de vedere al bacteriei, noi suntem o mică parte din ele.

Pentru că noi, oamenii, suntem suficient de mari și de inteligenți ca să producem și să folosim antibiotice și dezinfectanți, ne este ușor să ne autoconvingem că am alungat bacteriile la marginile existenței. Dar să nu credeți așa ceva. Poate că bacteriile nu știu să construiască orașe și nu au o viață socială prea interesantă, dar vor fi aici când Soarele va exploda. Aceasta este planeta lor, iar noi ne aflăm aici doar pentru că ele ne dau voie.

Să nu uitați niciodată că bacteriile s-au descurcat fără noi miliarde de ani. Noi însă nu am rezista fără ele nici o zi. Ele transformă reziduurile noastre și le fac refolosibile; fără ronțăitul lor neobosit, nimic nu ar putrezi. Ele purifică apa și ne păstrează solurile productive. Bacteriile sintetizează vitaminele din digestia noastră, transformă alimentele în

zaharuri și polizaharide folositoare și pornesc războiul împotriva microbilor străini care se strecoară pe gâtul nostru.

Depindem complet de bacterii pentru a extrage azotul din aer și a-l transforma în nucleotide și aminoacizi utili pentru noi. Este o muncă prodigioasă și plină de satisfacții. După cum spuneau Margulis și Sagan, dacă ar fi să producem același lucru la scară industrială (ca atunci când fabricăm îngrășăminte), producătorii ar trebui să încălzească materiile prime până la 500 °C și să le supună unei presiuni de trei sute de ori mai mare decât cea normală. Bacteriile fac același lucru permanent, fără să atragă atenția, și pentru asta trebuie să le mulțumim, pentru că niciun organism de dimensiuni mari nu ar supraviețui fără azotul pe care ni-l furnizează ele. Mai presus de toate, microbii continuă să ne ofere aerul pe care-l respirăm și să mențină atmosfera stabilă. Microbii, inclusiv varianta modernă a cianobacteriilor, asigură cea mai mare parte a oxigenului respirabil al planetei. Algele și alte organisme minuscule ce bolborosesc prin apă trimit în aer circa o sută cincizeci de miliarde de kilograme de oxigen în fiecare an.

Și sunt uimitor de prolifici. Cele mai frenetice dintre ele pot da naștere unei noi generații în mai puțin de zece minute; *Clostridium perfringens*, micul organism nesuferit care produce cangrena, se reproduce în numai nouă minute, după care începe imediat să se divizeze din nou. La o asemenea viteză, teoretic, o singură bacterie poate produce în două zile mai mulți urmași decât toți protonii din Univers. „Dacă are o rezervă suficientă de substanțe nutritive, o singură celulă de bacterie poate genera două sute optzeci de mii de miliarde de indivizi într-o singură zi”, potrivit biochimistului belgian,

laureat al Premiului Nobel, Christian de Duve. În aceeași perioadă, o celulă umană nu reușește să se divizeze decât o singură dată.

Cam o dată la fiecare milion de divizări, apare un mutant. De obicei, aceasta înseamnă ghinion pentru mutant – pentru un organism, schimbarea este întotdeauna riscantă –, dar, ocazional, noua bacterie este dotată cu câte un avantaj, cum ar fi abilitatea de a evita sau de a ține piept atacului antibioticelor. Alături de această abilitate de a evolua rapid apare și un alt avantaj, chiar mai înspăimântător. Bacteriile schimbă între ele informații. Orice bacterie poate prelua fragmente de informație genetică de la oricare alta. Practic, după cum se exprimă Margulis și Sagan, toate bacteriile înoată într-o unică piscină genetică. Orice adaptare ce apare într-o zonă a universului bacterian se poate răspândi în orice altă zonă. Este ca și cum o ființă umană s-ar putea duce la o insectă ca să își ia informația genetică necesară pentru a-i crește aripi sau a merge pe tavan. Aceasta înseamnă că, din punct de vedere genetic, bacteriile au devenit un supraorganism unic – minuscule, dispersate, dar invincibile.

Bacteriile pot trăi și se pot înmulți pe aproape orice vărsați, lăsați să curgă sau scuturați. Dacă lăsați un pic de umezeală – ca atunci când treceți un burete umezit peste o masă –, vor înflori de parcă ar fi fost create din nimic. Mănâncă lemn, lipiciul pentru tapet, metalele din vopselele întărite. Oamenii de știință din Australia au descoperit microbi cunoscuți sub numele de *Thiobacillus concretivorans*, care trăiau în – ba mai mult, nu puteau supraviețui fără – concentrații de acid sulfuric suficient de mari pentru a dizolva metalul. O specie numită *Micrococcus radiophilus* a fost descoperită ducând o

viață fericită în recipientele cu reziduuri din reactoarele nucleare, îndopându-se cu plutoniu și cu tot ce se mai găsea pe acolo. Unele bacterii descompun materialele chimice din care, din câte știm noi, nu obțin nimic benefic.

S-a descoperit că trăiesc în vulcani noroioși și în lacuri cu sodă caustică, adânc în interiorul rocilor de pe fundul mărilor, în bazine ascunse de apă înghețată din McMurdo Dry Valleys din Antarctica și la 11 km adâncime în Oceanul Pacific, unde presiunea este de peste o mie de ori mai mare decât la suprafață, ceea ce ar echivala cu a fi strivit sub cincizeci de avioane cu motoare cu reacție. Unele dintre ele par practic indestructibile. *Deinococcus radiodurans* este „aproape imun la radioactivitate”, după cum spune *The Economist*. Dacă le bombardăm ADN-ul cu radiații, bucățile lor se reassemblează imediat „precum membrele împrăștiate ale creaturilor trezite din morți dintr-un film de groază”.

Cel mai extraordinar caz de supraviețuire cunoscut până acum ar putea fi bacteria *Streptococcus*, care a fost descoperită pe obiectivul sigilat al unui aparat foto ce fusese pe Lună vreme de doi ani. Pe scurt, sunt prea puține mediile în care bacteriile nu sunt pregătite să trăiască. „Se descoperă acum că, atunci când se lansează sonde în gurile oceanice atât de fierbinți, încât sondele însele încep să se topească, chiar și acolo există bacterii”, mi-a spus Victoria Bennett.

În anii 1920, doi oameni de știință de la Universitatea din Chicago, Edson Bastin și Frank Greer, au anunțat că au izolat în puțurile de petrol tipuri de bacterii care trăiau la 600 m adâncime. Ideea a fost discreditată ca fiind din principiu inadmisibilă – nu te puteai hrăni cu nimic la 600 m adâncime – și vreme de cincizeci de ani s-a presupus că probele lor

fuseseră contaminate cu microbi de la suprafață. Acum știm că există o mulțime de microbi care trăiesc în adâncurile Pământului, dintre care mulți nu au nimic de-a face cu lumea organică privită convențional. Aceștia mănâncă roci sau mai bine zis ceea ce există în roci – fier, sulf, magneziu și tot așa. Și, la fel, respiră substanțe ciudate – fier, crom, cobalt, ba chiar și uraniu. Aceste procese ar putea reprezenta instrumente de sedimentare a aurului, cuprului și a altor metale prețioase, poate chiar a zăcămintelor de petrol și gaze naturale. S-a sugerat chiar că ronțăitul lor neobosit ar fi creat scoarța Pământului.

Unii oameni de știință consideră acum că sub picioarele noastre ar putea trăi până la o sută de mii de miliarde de tone de bacterii, formând ceea ce se numește ecosistemele microbiene litoautotrofe subterane. Thomas Gold de la Cornell University a estimat că, dacă am scoate toate bacteriile din interiorul Pământului și le-am depozita la suprafață, acestea ar acoperi planeta cu un strat gros de 15 m – înălțimea unei clădiri cu patru etaje. Dacă estimările sunt corecte, ar putea exista mai multă viață sub Pământ decât deasupra lui.

La adâncime, microbii își restrâng dimensiunile și devin foarte leneși. Cei mai activi dintre ei abia dacă se divizează cam o dată pe secol, iar unii cam o dată la cinci sute de ani. *The Economist* spunea cam așa: „Se pare că secretul unei vieți lungi este să nu faci mare lucru”. Când situația devine neprielnică, bacteriile sunt pregătite să își închidă toate sistemele și să aștepte vremuri mai bune. În 1997, oamenii de știință au reușit să resusciteze niște spori de antrax care zăcuseră în letargie vreme de optzeci de ani într-un exponat dintr-un muzeu din Trondheim, Norvegia. Alte

microorganisme au revenit la viață după ce au fost eliberate dintr-o conservă de carne veche de 118 ani și dintr-o sticlă de bere de 166 de ani. În 1996, cercetătorii de la Academia Rusă de Științe au afirmat că au resuscitat bacterii care au stat înghețate în pergelisolul siberian vreme de trei milioane de ani. Dar recordul de supraviețuire de până acum pare a fi cel revendicat de Russell Vreeland și colegii săi de la West Chester University din Pennsylvania în 2000, când au anunțat că au readus la viață o bacterie veche de 250 de milioane de ani numită *Bacillus permians*, care fusese prinsă în zăcămintele de sare, la 600 m adâncime, în Carlsbad, New Mexico. Dacă este adevărat, atunci acest microb este mai bătrân decât continentele.

Raportul a fost primit cu unele suspiciuni, cum era și firesc. Mulți biochimiști au susținut că, într-un asemenea interval, componentele microbului s-ar fi degradat până la inutilitate dacă bacteria nu s-ar mai fi trezit din când în când. Însă, dacă bacteria s-ar fi animat la răstimpuri, nu exista nicio sursă de energie internă plauzibilă care să fi putut dura atât de mult timp. Cercetătorii mai bănuitori au sugerat că mostra ar fi putut fi contaminată, dacă nu în timpul recuperării, atunci poate chiar atunci când se afla încă la adâncime. În 2001, o echipă de la Universitatea din Tel Aviv a susținut că *B. permians* este aproape același tip de bacterie modernă descoperit în Marea Moartă, *Bacillus marismortui*. Doar două dintre secvențele sale genetice erau diferite, și acestea cu foarte puțin.

Cercetătorii israelieni scriau: „Ar trebui să credem că în 250 de milioane de ani *B. permians* a acumulat aceeași cantitate de diferențiere genetică obținută în laborator în

numai trei-șapte zile?”. În replică, Vreeland a sugerat că „bacteriile evoluează mai rapid în laborator decât în mediul natural”.

S-ar putea.

Remarcabil este faptul că, mult după intrarea în era spațială, majoritatea manualelor școlare împărțeau lumea vie în numai două categorii: plante și animale. Microorganismele aproape că nu apăreau. Amibele și alte organisme unicelulare similare erau considerate protoanimale, iar algele protoplante. Bacteriile erau de obicei îngrămădite la un loc cu plantele, deși toată lumea știa că nu acolo este locul lor. Încă de la sfârșitul secolului al XIX-lea, naturalistul german Ernst Haeckel afirmase că bacteriile merită plasate într-un regn separat, pe care el l-a numit Monera, dar ideea nu a început să prindă în rândul biologilor decât prin anii 1960, și chiar și atunci numai la unii dintre ei. (Remarc faptul că dicționarul meu de încredere, care nu-mi lipsește de pe birou, *American Heritage* din 1969, nu recunoaște acest termen.)

Multe organisme din lumea vizibilă erau la rândul lor nedreptățite de împărțirile tradiționale. Fungii, o categorie care include ciupercile comestibile, mucegaiurile, mana, levurile și gogoșa arborilor, erau aproape întotdeauna considerate obiecte ale botanicii, deși mai nimic în ceea ce le privește – modul de reproducere, respirația, creșterea – nu se potrivește cu lumea plantelor. Ca structură, au mai multe în comun cu animalele, prin aceea că își alcătuiesc celulele din chitină, ceea ce le conferă textura distinctivă. Din aceeași substanță se formează și carapacele insectelor, și ghearele mamiferelor, deși o rădașcă nu este nici pe departe la fel de

gustoasă ca o ciupercă portobello. În plus, spre deosebire de plante, fungii nu fac fotosinteză, prin urmare, nu au clorofilă și deci nu sunt verzi. În schimb, cresc direct pe sursa de hrană, care poate fi orice. Ciupercile mănâncă sulful de pe un zid de beton sau reziduurile degradate dintre degetele noastre de la picioare, două lucruri pe care o plantă nu le-ar face niciodată. Aproape singura lor trăsătură care le aseamănește cu plantele este aceea că au rădăcini.

Un grup de organisme cu și mai multe probleme în privința încadrării într-o categorie îl reprezintă plantele destul de bizare numite oficial mixomicete, dar cunoscute popular sub numele de mucegaiuri mucilaginoase. Fără îndoială că numele lor face referire la obscuritatea în care trăiesc. O denumire care să fi sunat ceva mai dinamic – „protoplastă ambulantă cu autoactivare”, de exemplu – și care să fi amintit mai puțin de ceea ce găsești dacă bagi mâna într-o țevă de scurgere înfundată le-ar fi adus mult mai rapid acestor extraordinare entități atenția pe care o merită, pentru că, să nu ne lăsăm păcăliți, mucegaiurile mucilaginoase se numără printre cele mai interesante organisme din natură. În vremurile bune, ele trăiesc ca indivizi unicelulari, precum amibe. Dar atunci când condițiile devin dificile, se târăsc către un loc de reuniune și, în mod aproape miraculos, devin o colonie. O colonie nu are nimic frumos în ea și nici nu ajunge prea departe – de obicei, de la fundul unui morman de frunze moarte până spre suprafață, unde găsește o poziție oarecum mai expusă –, dar, vreme de milioane de ani, se prea poate ca asta să fi fost cea mai strașnică șmecherie a universului.

Și nu se oprește aici. După ce s-au târât până într-un loc mai favorabil, mucegaiurile mucilaginoase se transformă din

nou, emulând forma unei plante. Printr-un oarecare proces ciudat, dar nu mai puțin organizat, celulele se reconfigurează, precum membrii unei mici fanfare, pentru a forma un lujer în vârf, peste care ia naștere un bulb cunoscut drept corpul reproducător. În interiorul său există milioane de spori care, la momentul potrivit, sunt eliberați în vânt pentru a redeveni organisme unicelulare și a reîncepe întregul proces.

Ani de-a rândul, zoologii au susținut că acestea sunt protozoare, iar micologii că sunt fungi, deși majoritatea oamenilor își dădeau seama că nu sunt nici una, nici alta. În era testărilor genetice, oamenii în halate de laborator au aflat cu surprindere că mucegaiurile mucilaginoase sunt atât de diferite și de ciudate, încât nu se înrudesc direct cu nimic altceva din natură, iar uneori nici măcar între ele.

În 1969, într-o încercare de a aduce o oarecare ordine în sistemul de clasificări din ce în ce mai inadecvat, un ecologist de la Cornell pe nume R.H. Whittaker a prezentat în publicația *Science* o propunere de împărțire a vieții în cinci ramuri principale – regnuri, cum sunt ele cunoscute –, numite Animalia, Plantae, Fungi, Protista și Monera. *Protista* era o modificare a unui termen mai vechi, *Protoctista*, propus cu un secol în urmă de un biolog scoțian pe nume John Hogg și menit să descrie orice organisme care nu erau nici plante, nici animale.

Deși noua schemă a lui Whittaker aducea o mare îmbunătățire, Protista erau în continuare definite destul de vag. Unii taxonomiști au rezervat termenul pentru organismele unicelulare mari – eucariotele –, în vreme ce alții l-au considerat un fel de sertar pentru șosetele desperecheate al biologiei, aruncând în el tot ce nu încăpea în alte părți. În

funcție de textul pe care-l consultai, includea amibe, mucegaiuri mucilaginoase, ba chiar ierburi de mare, printre multe altele. După un calcul estimativ, conținea în total până la două sute de mii de specii diferite de organisme. Adică o mulțime de șosete desperecheate.

Ironie este faptul că exact atunci când clasificarea în cinci regnuri a lui Whittaker își făcea drum către manualele școlare, un modest cercetător de la Universitatea din Illinois își croia cu pași șovăielnici propria cale către o descoperire ce avea să repună totul în discuție. Numele său era Carl Woese (rimează cu *rose*) și de la mijlocul anilor 1960 – sau cât de devreme a fost cu putință – a studiat în tăcere secvențele genetice ale bacteriilor. În zilele de pionierat, acest proces presupunea o minuțiozitate formidabilă. Munca asupra unei singure bacterii putea dura un an, fără nicio exagerare. După părerea lui Woese, la acea vreme erau cunoscute cam 500 de specii de bacterii, adică mai puține decât numărul de specii care există în gura dumneavoastră. Astăzi numărul ajunge la de zece ori mai mult, deși este încă mic dacă îl comparăm cu cele 26.900 de specii de alge, 70.000 de ciuperci și 30.800 de amibe, precum și alte organisme conexe de care sunt pline analele biologiei.

Dacă totalul rămâne scăzut, nu este doar din cauza indiferenței. Bacteriile sunt exasperant de greu de izolat și de studiat. Numai circa 1% cresc în culturi. Având în vedere adaptabilitatea acerbă de care dau dovadă în natură, este ciudat că singurul loc în care nu par să vrea să trăiască este o placă Petri. Puteți să le răsturnați pe un pat de mediu de cultură și să le alintați cât vreți, majoritatea vor zăcea acolo, refuzând să dea curs vreunui stimulent de a se dezvolta. Orice

bacterie care evoluează într-un laborator este prin definiție excepțională și totuși acestea au fost aproape în exclusivitate organismele studiate de microbiologi. Woese spunea că „e ca și cum ai învăța despre animale vizitând o grădină zoologică”.

Însă genele i-au permis lui Woese să abordeze microorganismele dintr-un alt unghi. Pe parcursul studiului, el și-a dat seama că în lumea microbială existau diviziuni mai pregnante decât și-ar fi imaginat cineva. O mulțime de mici organisme care arătau ca bacteriile și se comportau ca ele erau de fapt complet altceva, ceva care se despărțise de bacterii cu mult timp în urmă. Woese le-a numit arhebacterii, prescurtate mai târziu *archaea*.

Trebuie spus că atributele prin care acestea se disting de bacterii nu ar face să crească pulsul nimănui, cu excepția unui biolog. Majoritatea o reprezintă diferențele la nivelul lipidelor și absența a ceva numit peptidoglican. În practică însă, acestea induc o diferență enormă. Archaea sunt mai diferite de bacterii decât suntem noi de crabi sau de păianjeni. De unul singur, Woese a descoperit o diviziune nebănuită a vieții atât de fundamentală, încât se plasa dincolo de nivelul regnului, în nucleul Copacului Universal al Vieții, cum îl cunoaștem noi într-o terminologie respectuoasă.

În 1976 Woese a uimit lumea – sau măcar părțica de lume care îi acorda atenție – redesenând Copacul Vieții pentru a include nu cinci mari diviziuni, ci douăzeci și trei. Le-a grupat în trei categorii principale – Bacteria, Archaea și Eucarya (eucariotele) –, pe care le-a numit domenii. Noul aranjament arăta astfel:

- *Bacteria*: cianobacteriile, bacteriile purpurii, bacteriile gram-pozitive, bacteriile verzi nesulfuroase, flavobacteriile și

Thermotogae

- *Archaea*: halofilele extreme, methanosarcina, metanogenele, methanococcus, hipertermofilele, acidofilele extreme
- *Eucarya*: ordinul *Diplomonadida*, ordinul *Microsporidia*, ordinul *Trichomonadida*, flagelatele, entamibeile, mucegaiurile mucilaginoase, ciliatele, plantele, ciupercile și animalele

Noile diviziuni ale lui Woese nu au luat lumea biologică cu asalt. Unii i-au negat sistemul ca fiind prea mult aplecat spre lumea microbilor. Mulți l-au ignorat pur și simplu. Potrivit lui Frances Ashcroft, Woese „s-a simțit cumplit de dezamăgit”. Dar treptat noua sa schemă a început să prindă în rândul microbiologilor. Botaniștilor și zoologilor le-a luat mult mai mult până să-i aprecieze virtuțile. Și nici nu este greu de înțeles de ce. În modelul lui Woese, lumea botanicii și cea a zoologiei sunt reduse la numai câteva ramuri de pe o îndepărtată creangă dintr-o despicătură a trunchiului numită eucariote. În rest, totul aparține ființelor unicelulare.

„Acești oameni au fost educați să creeze clasificări în termeni de asemănări și deosebiri morfologice brute”, declara Woese unui ziarist, în 1996. „Pentru mulți dintre ei, ideea de a face același lucru în termeni de secvențe moleculare este o pastilă mai greu de înghițit.” Pe scurt, dacă nu pot vedea o diferență cu ochii lor, nu o acceptă, de aceea au continuat să susțină împărțirea mai convențională în cinci regnuri – un aranjament pe care Woese l-a numit în momentele sale mai blânde „nu foarte folositor” și „de-a dreptul înșelător” în restul timpului. Woese scria: „Ca și fizica înaintea ei, biologia a trecut la un nivel la care, de multe ori, obiectele de studiu și interacțiunile lor nu pot fi percepute prin observare directă”.

În 1998, marele și bătrânul zoolog de la Harvard Ernst Mayr (care pe atunci avea nouăzeci și patru de ani, iar la momentul la care scriu această carte se apropie de o sută și este încă în putere) a pus și mai multe paie pe foc, declarând că ar trebui să existe doar două ramificații principale ale vieții – „imperii”, cum le numea el. Într-o lucrare publicată în *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Mayr a spus că descoperirile lui Woese erau interesante, dar în ultimă instanță eronate, remarcând că „Woese nu are pregătire de biolog și, prin urmare, era normal să nu fie îndeajuns de familiarizat cu principiile clasificării”, ceea ce reprezintă probabil cea mai clară formă prin care un distins cercetător poate spune despre altul că habar nu are despre ce vorbește.

Detaliile criticilor aduse lui Mayr sunt extrem de tehnice – privesc probleme legate de sexualitatea meiotică, cladistica hennigiană și controverse legate de interpretări ale genomului de *Methanobacterium thermoautrophicum*, printre multe altele –, dar, în principal, el susține că aranjamentul lui Woese dezechilibrează Copacul Vieții. Mayr subliniază că lumea bacteriilor abia dacă reprezintă câteva mii de specii, în vreme ce universul arhean are abia 175 de specimene denumite și poate câteva mii ce urmează a fi descoperite – „dar probabil că nu mai mult de atât”. Prin contrast, lumea eucariotă – adică organisme complicate cu celule nucleate, ca noi – cuprinde deja milioane de specii. De dragul „principiului echilibrului”, Mayr susține combinarea organismelor simple, bacteriene într-o categorie unică, procariote, și plasarea celorlalte, mai complexe și „puternic evolute”, în imperiul eucariotelor, care ar reprezenta o contrapartidă egală. Altfel spus, el militează pentru păstrarea lucrurilor în bună măsură

așa cum erau. Această diviziune în celule simple și celule complexe „este locul marii rupturi din lumea vie”.

Dacă noul aranjament al lui Woese ne învață un lucru, atunci acela este că viața e cu adevărat variată și că cea mai mare parte a acelei varietăți se regăsește la o scară minuscule, unicelulară și necunoscută. Este un impuls uman cât se poate de firesc să concepem evoluția ca pe un lung lanț de îmbunătățiri, o dezvoltare fără sfârșit către supradimensionare și complexitate – într-un cuvânt, către noi. Ne flatăm singuri. Cea mai mare parte a diversității reale de-a lungul evoluției s-a manifestat la scară redusă. Noi, ființele mari, suntem doar excrescențe întâmplătoare – o interesantă ramură colaterală. Dintre cele douăzeci și trei de diviziuni principale ale vieții, numai trei – plantele, animalele și fungii – sunt suficient de mari pentru a fi văzute de ochiul uman și chiar și acestea conțin specii microscopice. Să nu uităm că, potrivit lui Woese, dacă am însuma biomasa planetei – fiecare organism viu, inclusiv plantele –, microbii ar reprezenta cel puțin 80% din tot ce există, dacă nu mai mult. Lumea le aparține celor mici, iar așa stau lucrurile de foarte multă vreme.

*

Atunci, cu siguranță că vă veți întreba la un moment dat: de ce vor microbii atât de des să ne facă rău? Ce satisfacție ar putea avea un microb dacă ne face să ne crească temperatura, ne dă frisoane, ne desfigurează de durere și, mai presus de toate, ne omoară? La urma urmelor, o gazdă moartă nu are cum să ofere ospitalitate pe termen lung.

Pentru început, ar trebui să ne amintim că majoritatea microorganismelor sunt neutre sau chiar benefice pentru ființa umană. Organismul cel mai infecțios de pe Pământ, o bacterie numită wolbachia, nu afectează deloc oamenii – și nici vreo altă vertebrată –, dar dacă ești un crevet, un vierme sau o musculiță de oțet, te poate face să îți dorești să nu te fi născut. În ansamblu, potrivit publicației *National Geographic*, numai aproximativ un microb dintr-o mie este un agent patogen pentru oameni – deși, știind cam ce efecte pot avea unii dintre ei, vom fi iertați dacă suntem de părere că și așa este suficient. Chiar dacă cei mai mulți sunt benigni, microbii reprezintă încă ucigașul numărul trei în lumea occidentală și, chiar dacă nu ne ucid, mulți dintre ei ne fac să le regretăm profund existența.

Microbul obține unele beneficii dacă își îmbolnăvește gazda. Simptomele unei boli ajută de multe ori la răspândirea acesteia. Vomitatul, strănutul și diareea sunt metode excelente de a părăsi o gazdă și de a se poziționa pentru a invada o alta. Cea mai eficientă strategie dintre toate este să își asigure ajutorul unei terțe părți mobile. Organismele infecțioase adoră țânțarii, pentru că înțepătura acestora le trimite direct în fluxul sangvin, unde se pot apuca imediat de treabă, înainte ca mecanismele de apărare ale victimei să își dea seama ce le-a lovit. Iată de ce atât de multe boli din grupa A – malaria, frigurile galbene, febra Dengue, encefalita și vreo sută de altele mai puțin mediatizate, dar adesea devastatoare – încep de la o înțepătură de țânțar. Avem mare noroc că HIV, agentul SIDA, nu se află printre ele – sau cel puțin nu încă. Orice HIV pe care un țânțar îl ingerează în drumul său este dizolvat de

metabolismul țânțarului. În ziua în care virusul va găsi o mutație prin care să treacă de acesta, vom da de belea.

Însă ar fi o greșeală să analizăm prea atent problema dintr-o perspectivă logică, pentru că, în mod evident, microorganismele nu sunt entități capabile de premeditare. Lor nu le pasă ce vă fac mai mult decât vă pasă dumneavoastră de masacrele pe care le provocați în rândurile lor: doar le ucideți cu milioanele atunci când vă spălați cu săpun sau vă dați cu deodorant. Singurul moment în care sănătatea noastră pe termen lung are relevanță pentru un agent patogen este atunci când ne omoară prea eficient. Dacă ne elimină înainte să treacă într-o altă gazdă, atunci ar putea să moară și el. Jared Diamond scria că istoria este plină de boli care „au provocat cândva epidemii terifiante și apoi au dispărut la fel de misterios precum apăruseră”. El citează devastatoarea, dar, din fericire, tranzitoria boală engleză a transpirației, care s-a manifestat brutal între 1485 și 1552, omorând zeci de mii de oameni în drumul său, înainte să se stingă. O eficiență prea mare nu aduce nimic bun pentru niciun organism infecțios.

În mare parte, bolile nu sunt o consecință a ceea ce micuțul organism v-a făcut dumneavoastră, ci a ceea ce corpul dumneavoastră încearcă să-i facă acestuia. În încercarea sa de a elibera organismul de agenți patogeni, sistemul imunitar distruge uneori celule sau afectează țesuturi vitale, prin urmare, atunci când nu vă e bine, ceea ce simțiți nu sunt agenții patogeni, ci răspunsul propriului sistem imunitar. În orice caz, îmbolnăvirea este un răspuns inteligent la infecție. Oamenii bolnavi se retrag în paturile lor, la odihnă, și astfel

nu mai reprezintă o amenințare atât de mare pentru restul comunității.

Întrucât în mediu există atât de multe lucruri cu potențial distructiv pentru dumneavoastră, corpul deține o largă varietate de globule albe de apărare în sânge – cam zece milioane de tipuri în total, fiecare proiectată să identifice și să distrugă un anumit tip de invadator. Ar fi inefficient și imposibil să menținem zece milioane de armate active distincte, prin urmare, fiecare varietate de globule albe păstrează doar câteva detașamente active. Când ne invadează un agent infecțios – cunoscut drept antigen –, detașamentele potrivite identifică atacatorul și trimit un ordin prin care cheamă ajutoare de tipul potrivit. În timp ce corpul nostru produce aceste forțe, este foarte posibil să vă simțiți mizerabil. Zorii recuperării apar atunci când, în sfârșit, trupele se lansează în acțiune.

Globulele albe sunt necruțătoare, vânând și omorând orice agent patogen pe care-l găsesc. Pentru a nu fi eliminați, atacatorii și-au dezvoltat două strategii elementare. Fie lovesc rapid și trec mai departe la o nouă gazdă, cum se întâmplă cu bolile infecțioase frecvente, precum gripa, fie se deghizează astfel încât globulele albe să nu-i descopere, cum se întâmplă cu HIV, virusul care provoacă SIDA, care se poate ascunde neobservat și fără să provoace vreun rău în nucleeele celulelor ani de zile, înainte să pornească acțiunea decisivă.

Unul dintre aspectele ciudate ale infecției este acela că microbii, care în mod normal nu sunt deloc dăunători, ajung uneori unde nu trebuie în corp și „parcă o iau razna”, după spusele doctorului Bryan Marsh, specialist în boli infecțioase la Dartmouth-Hitchcock Medical Center din Lebanon, New

Hampshire. „Se întâmplă frecvent în cazul accidentelor de automobil, atunci când oamenii suferă leziuni interne. Microbii care în mod normal sunt benigni în abdomen ajung în alte părți ale corpului, în fluxul sangvin, de exemplu, și provoacă un dezastru teribil.”

Cea mai de temut și mai incontrolabilă boală bacteriană a momentului este cea numită fasciită necrozantă (sau cangrena streptococică), în care bacteriile mănâncă practic victima din interior spre exterior, devorând țesutul intern și lăsând în urmă un reziduu putred și urât mirositor. De multe ori, pacienții vin la doctor plângându-se de probleme relativ minore – de obicei, o mâncărime pe piele și febră –, dar apoi starea lor se deteriorează alarmant. Atunci când sunt deschiși prin operație, se descoperă că sunt pur și simplu devorați. Singurul tratament cunoscut este „excizia chirurgicală radicală” – adică tăierea fiecărei porțiuni de zonă infestată. Victimele mor în proporție de 70%, iar multe dintre cele care supraviețuiesc rămân oribil desfigurate. Sursa infecției o reprezintă o familie banală de bacterii numită streptococ de grup A, care în mod normal se limitează la a provoca doar o angină streptococică. Absolut ocazional, din motive necunoscute, unele dintre aceste bacterii trec de bariera gâtului și intră în corpul propriu-zis, unde fac ravagii. Sunt perfect rezistente la antibiotice. În Statele Unite apar circa o mie de cazuri pe an și nimeni nu poate afirma cu certitudine că situația nu o să se înrăutățească.

Exact același lucru se întâmplă cu meningita. Cel puțin 10% dintre adulții tineri și până la 30% dintre adolescenți sunt purtătorii ucigașei bacterii *Neisseria meningitidis* (meningococul), dar aceasta trăiește în gât fără să afecteze

nimic. Doar ocazional – cam la o persoană tânără dintr-o sută de mii –, intră în fluxul sangvin și îmbolnăvește grav gazda. În cazurile cele mai grave, moartea poate surveni în douăsprezece ore. O rapiditate șocantă. „Se poate întâmpla ca o persoană să fie perfect sănătoasă la micul dejun și deja moartă până la cină”, spune Marsh.

Am avea mai mult succes în fața bacteriilor dacă nu am fi atât de risipitori cu cea mai bună armă a noastră împotriva lor: antibioticele. Este remarcabil faptul că, potrivit unei estimări, până la 70% dintre antibioticele folosite în lumea dezvoltată sunt date animalelor de fermă, de multe ori odată cu hrana, pentru a încuraja creșterea sau ca o precauție contra infecțiilor. Această folosire le oferă pe tavă bacteriilor condițiile ideale pentru a-și dezvolta imunitatea la ele. O șansă de care s-au folosit până acum cu entuziasm.

În 1952, penicilina era pe deplin eficientă împotriva tuturor tulpinilor de stafilococi, într-o asemenea măsură, încât, la începutul anilor 1960, președintele colegiului medicilor din Statele Unite, William Stewart, se simțea suficient de încrezător încât să declare: „A sosit timpul să întoarcem pagina peste bolile infecțioase. Practic am eradicat infecțiile din Statele Unite”. Și, chiar în timp ce vorbea, cam 90% dintre tulpinile de stafilococi erau pe cale de a-și dezvolta imunitatea la penicilină. Curând, una dintre aceste noi tulpini, numită *Staphylococcus aureus* meticilino-rezistent, a început să apară prin spitale. Un singur tip de antibiotic, vancomicina, a rămas eficient în fața ei, dar în 1997 un spital din Tokyo a raportat posibilitatea să fi apărut o tulpină imună până și la aceasta. În doar câteva luni se răspândise în alte șase spitale japoneze. Peste tot, microbii încep din nou să câștige războiul:

numai în spitalele din Statele Unite, circa paisprezece mii de oameni mor anual din cauza infecțiilor de care se îmbolnăvesc acolo. După cum remarcă James Surowiecki într-un articol din *The New Yorker*, dacă au de ales între a produce antibiotice, pe care oamenii le iau vreme de două săptămâni, și antidepresive pe care oamenii le vor lua în fiecare zi tot restul vieții, nu este nicio mirare de ce companiile farmaceutice vor prefera să le producă pe acestea din urmă. Deși unele au fost într-o oarecare măsură întărite, industria farmaceutică nu ne-a mai oferit un antibiotic complet nou din anii 1970.

Nepăsarea noastră este cu atât mai alarmantă cu cât s-a descoperit că multe alte boli care ne afectează par să fie de origine bacteriană. Procesul de descoperire a început în 1983, când un doctor din Perth, Australia de Vest, Barry Marshall, a constatat că numeroase forme de cancer de stomac și majoritatea cazurilor de ulcer stomacal sunt provocate de o bacterie numită *Helicobacter pylori*. Deși aceste descoperiri au fost ușor de dovedit prin teste, ideea era atât de radicală, încât a trebuit să treacă mai mult de un deceniu până să fie universal acceptată. Institutul Național de Sănătate al Statelor Unite, de exemplu, a început să susțină oficial ideea abia în 1994. „Probabil că sute sau chiar mii de oameni au murit de ulcer complet inutil”, îi declara Marshall unui reporter de la *Forbes* în 1999.

De atunci încolo, numeroase alte cercetări au arătat că există sau sunt șanse mari să existe o componentă bacteriană în multe alte tipuri de dereglări – probleme cardiace, astm, artrită, scleroză în plăci, câteva tipuri de tulburări psihice, multe forme de cancer și, după cum s-a sugerat (și încă în

revista *Science*), chiar în obezitate. S-ar putea să nu fie departe ziua în care vom avea nevoie disperată de un antibiotic eficient, dar nu va exista niciunul la care să apelăm.

S-ar putea să ne liniștească într-o clipă să aflăm că înseși bacteriile se pot îmbolnăvi. Uneori se pot infecta cu bacteriofagi (sau doar fagi), un tip de virus. Un virus este o entitate ciudată și nesuferită – „un fragment de acid nucleic înconjurat de vești proaste”, după memorabila expresie a laureatului Premiului Nobel Peter Medawar. Mai mic și mai simplu decât bacteria, virusul nu este o entitate vie. În izolare, este inert și benign. Dar, dacă îl introducem într-o gazdă potrivită, se aruncă în acțiune, se trezește la viață. Până în prezent, se cunosc aproximativ cinci mii de tipuri de viruși, care, prin efortul lor combinat, ne aduc sute de boli, de la gripă și guturai la cele mai invidioase pe bunăstarea omului: variola, turbarea, frigurile galbene, Ebola, poliomielita și SIDA.

Viruşii înfloresc pur și simplu prin deturnarea de material genetic de la celula vie și folosirea lui pentru producerea altor viruși. Se reproduc fanatic, apoi se reped în căutarea altor celule pe care să le invadeze. Cum ei înșiși nu sunt organisme vii, își permit să își mențină simplitatea. Mulți dintre ei, inclusiv HIV, au zece gene sau chiar mai puține, în vreme ce până și cea mai simplă bacterie are nevoie de câteva mii. De asemenea, sunt foarte mici, mult prea mici pentru a fi văzuți cu un microscop obișnuit. Abia în 1943, odată cu inventarea microscopului electronic, știința a reușit în sfârșit să îi vadă. Dar pot provoca daune enorme. Variola a omorât, numai în secolul XX, aproximativ 300 de milioane de oameni.

De asemenea, au o deconcertantă capacitate de a reapărea în lume într-o formă nouă și surprinzătoare, pentru ca apoi să se volatilizeze la fel de rapid cum au venit. În 1916, într-o astfel de situație, oameni din Europa și America au început să cadă răpuși de o ciudată boală a somnului, care a devenit cunoscută sub numele de encefalită letargică. Victimele mergeau la culcare și nu se mai trezeau. Puteau fi trezite fără mari dificultăți ca să mănânce și să meargă la baie și răspundeau în mod logic la întrebări – știau cine sunt și unde se află –, dar erau permanent apatice. Însă în clipa în care se duceau să se odihnească cădeau imediat într-un somn profund și rămâneau în acea stare atât timp cât erau lăsați. Unii au dus-o astfel luni de zile înainte să moară. Câțiva au supraviețuit și și-au recăpătat cunoștința, dar nu și pofta de viață de dinainte. Au continuat să trăiască într-o stare de profundă apatie, „precum vulcanii stinși”, după spusele unui medic. În zece ani, boala a omorât circa cinci milioane de oameni și apoi a dispărut pe nesimțite. Nu a primit o atenție prea mare pentru că, între timp, o epidemie și mai rea – chiar cea mai rea din istorie – a cuprins întreaga lume.

Numită uneori pandemia de gripă spaniolă, epidemia a fost feroce. Primul Război Mondial a omorât 21 de milioane de oameni în patru ani; gripa spaniolă a ucis la fel de mulți doar în primele patru luni. Aproape 80% din totalul pierderilor americane din Primul Război Mondial nu au fost provocate de focul inamic, ci de gripă. În unele unități, rata mortalității urca până la 80%.

Gripa spaniolă a apărut în primăvara lui 1918, ca o gripă normală, care nu era fatală, dar cumva, în lunile ce au urmat – nimeni nu știe cum sau unde –, a apărut o mutație mult mai

gravă. O cincime dintre victime au prezentat doar simptome ușoare, dar restul s-au îmbolnăvit grav și cei mai mulți au murit. Unii au decedat într-un interval de câteva ore, alții au dus-o așa câteva zile.

În Statele Unite, primele decese au fost înregistrate în rândul marinarilor din Boston la sfârșitul lui august 1918, dar epidemia s-a răspândit rapid în toate colțurile țării. Școlile s-au închis, spectacolele publice au fost întrerupte, iar oamenii purtau măști. Nu a fost de mare folos. Între toamna lui 1918 și primăvara anului următor, în America au murit de gripă 548.452 de oameni. În Marea Britanie, numărul morților a fost de 220.000, iar în Franța și Germania s-au înregistrat cifre similare. Nimeni nu cunoaște numărul de victime la nivel global, deoarece înregistrările din Lumea a Treia erau de multe ori deficitare, dar a depășit cu siguranță douăzeci de milioane și e foarte probabil să se fi apropiat de cincizeci. Unele estimări plasează cifra globală chiar la o sută de milioane.

În încercarea de a produce un vaccin, autoritățile medicale au desfășurat experimente pe voluntari într-o închisoare militară din Deer Island, în portul Boston. Prizonierilor li s-a promis amnistierea dacă supraviețuiau unei serii de teste. Testele erau... riguroase, ca să folosim un cuvânt delicat. În primul rând, subiecților li se injecta țesut de plămân infectat prelevat de la cadavre și apoi li se pulverizau în ochi, în nas și în gură aerosoli infectați. Dacă nu mureau, li se introducea în gât materie luată de la bolnavi și muribunzi. Dacă toate acestea eșuau, li se cerea să stea cu gura deschisă în timp ce o victimă grav bolnavă le tușea în față. Dintr-un număr – oarecum surprinzător – de trei sute de oameni care s-au oferit

ca voluntari, medicii au ales șaiszeci și doi pentru teste. Niciunul nu a contractat gripa – nici măcar unul. Singura persoană care chiar s-a îmbolnăvit a fost doctorul pavilionului, care a și murit rapid. Explicația posibilă este că epidemia trecuse prin închisoare cu câteva săptămâni înainte, iar voluntarii, cu toții supraviețuitori ai acelei vizite, aveau o imunitate naturală.

Multe aspecte legate de epidemia de gripă din 1918 sunt înțelese prea puțin sau deloc. Unul dintre mistere este legat de felul în care aceasta a erupt subit peste tot, în locuri despărțite de oceane, lanțuri muntoase și alte impedimente fizice. Un virus nu poate supraviețui mai mult de câteva ore în afara unui corp-gazdă, așadar, cum a putut apărea în aceeași săptămână la Madrid, Bombay și Philadelphia?

Un răspuns ar putea fi acela că virusul se afla în incubatie și a fost răspândit de persoane care prezentau simptome ușoare sau chiar deloc. Chiar și în epidemiile de gripă obișnuită, circa 10% dintre indivizii aparținând oricărei populații date au gripă, dar nu sunt conștienți de boală pentru că nu prezintă niciun fel de simptome. Și tocmai pentru că rămân activi, aceștia sunt de obicei cei mai buni transmitători ai bolii.

Aceasta ar explica extinderea globală a epidemiei din 1918, dar tot nu explică în ce fel a reușit să stea ascunsă câteva luni, înainte să erupă atât de exploziv, aproape în același moment, peste tot. Și mai misterios este faptul că cele mai devastatoare efecte le-a avut asupra oamenilor în floarea vârstei. În mod normal, gripa este cea mai aspră cu copiii mici și cu bătrânii, dar în epidemia din 1918 decesele au survenit în număr copleșitor în rândul persoanelor de douăzeci și treizeci de ani.

Oamenii mai bătrâni ar fi putut să beneficieze de imunitatea dobândită în urma unei expuneri anterioare la aceeași tulpină, dar nu se știe de ce și cei foarte tineri au fost ocoliți în egală măsură. Cel mai mare mister dintre toate este întrebarea de ce gripa din 1918 a ucis cu atâta ferocitate, în vreme ce majoritatea gripelor nu o fac. Încă nu avem nici cea mai vagă idee.

Din vreme în vreme, unele tulpini de viruși revin. Un virus rusesc de temut, cunoscut sub numele de H1N1, a provocat epidemii severe, pe arii extinse, în 1933, apoi în anii 1950 și din nou în anii 1970. Unde s-a dus de fiecare dată între aceste momente nu se cunoaște. O sugestie ar fi că virușii se ascund neobservați în populațiile de animale sălbatice, înainte să afecteze o nouă generație de oameni. Nimeni nu poate exclude posibilitatea ca marea epidemie de gripă spaniolă să scoată din nou capul la iveală.

Și, dacă nu o face ea, ar putea să o facă altele. Tot timpul apar noi viruși înspăimântători. Ebola, febrele, Lassa și Marburg, toate au avut în general tendința să izbucnească și apoi să se stingă, dar nimeni nu poate afirma că ele nu stau în tăcere pe undeva, creând mutații sau așteptând pur și simplu momentul oportun ca să izbucnească din nou, cu efecte catastrofale. Acum este evident că SIDA s-a aflat printre noi de mai mult timp decât s-a bănuțit la început. Cercetătorii de la Manchester Royal Infirmary au descoperit că un marinar care murise în 1959 din cauze misterioase și netratabile a avut în realitate SIDA. Și totuși, din motive necunoscute, boala a rămas ascunsă, mai mult în formă latentă, vreme de alți douăzeci de ani.

Putem considera un miracol faptul că alte boli asemănătoare nu au scăpat de sub control. Febra Lassa, care a fost detectată pentru prima oară abia în 1969 în Africa de Vest, este extrem de virulentă și prea puțin înțeleasă. În 1969, un doctor de la Laboratorul Universității Yale din New Haven, Connecticut, care studia febra Lassa s-a îmbolnăvit. A supraviețuit, dar alarmant a fost faptul că un tehnician dintr-un laborator învecinat, care nu fusese expus direct, s-a îmbolnăvit la rândul său și a murit.

Din fericire, răspândirea s-a oprit aici, dar nu putem conta pe faptul că vom fi întotdeauna la fel de norocoși. Stilul nostru de viață parcă invită epidemiile să se declanșeze. Călătoriile cu avionul fac posibilă răspândirea agenților infecțioși pe întreaga planetă cu o ușurință uimitoare. Un virus Ebola ar putea să-și înceapă ziua, de exemplu, în Benin și, până la căderea serii, să se lăfăie în New York, Hamburg, Nairobi sau în toate trei. Aceasta mai înseamnă și că autoritățile medicale trebuie, din ce în ce mai mult, să fie familiarizate cu toate maladiile care există oriunde în lume, ceea ce firește că nu se întâmplă. În 1990 un nigerian care locuia la Chicago a fost expus la virusul febrei Lassa în timpul unei vizite în țara sa natală, dar nu a prezentat niciun fel de simptome până la întoarcerea în Statele Unite. A murit într-un spital din Chicago, fără diagnostic și fără ca cineva să fi luat vreo măsură specială pentru tratarea lui; nimeni nu părea conștient de faptul că avea una dintre cele mai periculoase și mai infecțioase boli de pe planetă. În mod miraculos, nimeni altcineva nu a fost infectat, dar s-ar putea ca data viitoare să nu mai fim la fel de norocoși.

Și, în această notă serioasă, este momentul să ne întoarcem în lumea ființelor vizibile.

Capitolul 21

Viața merge mai departe

Nu este ușor să devii fosilă. Soarta mai tuturor organismelor vii – peste 99,9% dintre ele – este aceea de a se descompune până la stadiul de nimic. Când scânteia din ființă a dispărut, fiecare moleculă din noi va fi îndepărtată bucătică cu bucătică, sau măturată, pentru a i se găsi o utilizare în altă parte, într-un alt sistem. Pur și simplu, așa stau lucrurile. Și chiar dacă v-ați include în infimul procent de organisme mai mic de 0,1% care nu ajunge să fie devorat, șansele de a fi fosilizat sunt foarte mici.

Pentru a deveni fosilă, trebuie să se întâmple mai multe lucruri. În primul rând, trebuie să muriți în locul potrivit. Numai circa 15% dintre roci pot conserva fosile, prin urmare nu este de niciun folos să depuneți armele pe un viitor pat de granit. Mai concret, decedatul trebuie să ajungă să fie îngropat într-un sediment în care să poată lăsa o urmă, ca o frunză în noroiul umed, sau să se descompună fără a intra în contact cu oxigenul, ceea ce le-ar permite moleculelor din oasele sale și din țesuturile tari (și foarte rar din țesuturile moi) să fie înlocuite de minerale dizolvate, creându-se o copie petrificată a originalului. Apoi, pe măsură ce sedimentele în care se ascunde fosila sunt presate, răsucite și împinse fără niciun

menajament de procesele Pământului, fosila trebuie să-și păstreze cumva o formă identificabilă. În final, dar mai presus de toate, după zeci sau poate sute de milioane de ani, trebuie să fie găsită și recunoscută drept ceva ce merită păstrat.

Se crede că numai un os dintr-un miliard se fosilizează. Dacă așa stau lucrurile, asta înseamnă că întreaga moștenire fosilizată a americanilor care trăiesc în prezent – adică 270 de milioane de indivizi cu câte 206 oase fiecare – va fi de numai 50 de oase, un sfert de schelet complet. Iar aceasta, evident, nu înseamnă că vreunul dintre aceste oase va fi și descoperit. Dacă nu pierdem din vedere că ar putea fi îngropate aproape oriunde pe o arie de peste 9,3 milioane de kilometri pătrați, din care prea puțin va fi vreodată răscolit sau examinat, ar fi de-a dreptul un miracol să fie descoperite. Fosilele sunt rare până la inexistență. Mare parte dintre vietățile care au trăit pe Pământ nu au lăsat nicio urmă. S-a estimat că mai puțin de o specie din zece mii a intrat în istoria fosilelor. Este deja o proporție infime. Însă, dacă acceptăm opinia generală că Pământul a produs, de-a lungul existenței sale, treizeci de miliarde de specii de ființe, precum și declarația lui Richard Leakey și Roger Lewin (din *The Sixth Extinction – A șasea dispariție*) potrivit căreia analele fosilelor conțin 250.000 de specii, proporția se reduce la numai una la 120.000. În orice caz, ceea ce deținem noi ar echivala cu o mostră infime din întregul vieții care a luat naștere pe Pământ.

Mai mult, analele de care dispunem sunt de o neclaritate exasperantă. Vă dați seama că majoritatea animalelor de pe Pământ nu mor în sedimente. Cad în câmp deschis și sunt mâncate sau lăsate să putrezească și descompuse de factorii climatici în mod definitiv. În consecință, balanța analelor

fosilelor înclină într-o proporție aproape absurdă în favoarea vietăților marine. Circa 95% dintre toate fosilele de care dispunem provin de la animale care au trăit cândva sub apă, marea lor majoritate în mări acum secate.

Menționez toate acestea pentru a explica de ce, într-o dimineață înnorată de februarie, m-am dus la Muzeul de Istorie Naturală din Londra să mă întâlnesc cu un paleontolog vesel, foarte plăcut, deși ușor cam împrăștiat, pe nume Richard Fortey.

Fortey este genul de om care știe o mulțime de lucruri despre o grămadă de subiecte. Este autorul unei cărți splendide, ironice și amuzante în același timp, numită *Life: An Unauthorised Biography* (*Viața: o biografie neautorizată*), care trece în revistă întreaga și maiestuoasă derulare de forțe a lumii animale. Dar prima sa iubire este un tip de creatură marină numită trilobit, care s-a bălăcit cândva în mările ordoviciene, dar care nu mai există de foarte multă vreme decât în varianta fosilizată. Toți trilobiții au avut o alcătuire de bază a corpului din trei părți, sau lobi – cap, coadă și torace –, de unde și numele. Fortey a descoperit prima sa fosilă de trilobit pe când era un băiețel care se cățăra pe stâncile din St David's Bay, în Țara Galilor. Și astfel s-a născut o pasiune de o viață.

M-a condus într-o galerie cu dulapuri înalte de metal. Fiecare dulap era plin de sertare subțiri și fiecare sertar era plin de trilobiți petrificați – în total, 20.000 de specimene.

— Pare un număr impresionant, a aprobat el, dar trebuie să țineți cont că milioane și milioane de trilobiți au trăit vreme de milioane și milioane de ani în mările străvechi, prin

urmare, douăzeci de mii nu este un număr așa de mare. Și cele mai multe dintre ele sunt doar specimene parțiale. Descoperirea unei fosile integrale de trilobit reprezintă încă un eveniment pentru un paleontolog.

Trilobiții au apărut pentru prima oară – cu o formă completă, aparent de nicăieri – acum circa 540 de milioane de ani, în apropiere de începutul marelui avânt al vieții complexe, cunoscut popular sub numele de explozia cambriană, și apoi au dispărut, împreună cu multe altele, în marea și încă misterioasa extincție din permian, aproximativ trei milioane de secole mai târziu. Ca în cazul tuturor creaturilor dispărute, există tentația firească de a le privi drept eșecuri, dar în realitate trilobiții s-au aflat printre cele mai reușite animale care au trăit vreodată. Vreme de 300 de milioane de ani, de două ori mai mult decât perioada de existență a dinozaurilor, aflați la rândul lor printre cei mai mari supraviețuitori din istorie, ei au dominat lumea. Fortey subliniază că, până în prezent, oamenii au supraviețuit cât o jumătate de procent din perioada de existență a trilobiților.

Având atât de mult timp la dispoziție, trilobiții au proliferat prodigios. Majoritatea au rămas de dimensiuni mici, cam cât un cărăbuș actual, dar unii au crescut până la dimensiunile unui platou. La un loc, au format cel puțin 5.000 de genuri și 60.000 de specii, dar apar mereu unele noi. Fortey fusese de curând la o conferință în America de Sud, unde a fost abordat de o profesoară de la o mică universitate de provincie din Argentina.

— Avea o cutie plină cu lucruri interesante – trilobiți care nu fuseseră văzuți până atunci nicăieri altundeva în America de Sud, sau chiar pe glob, și multe altele. Nu avea niciun fel de

facilități de cercetare pentru a le studia și nici fonduri ca să mai caute altele. Vaste părți din lume rămân încă neexplorate.

— Vă referiți la trilobiți?

— Nu, mă refer la toate.

Pe toată durata secolului al XIX-lea, trilobiții au fost aproape singurele forme cunoscute de viață timpurie complexă și, din acest motiv, au fost colecționați și studiați asiduu. Marele mister legat de ei era apariția lor bruscă. După cum spune Fortey, chiar și acum poate fi uluitor să mergi la formațiunea potrivită de roci, să îți croiești drum înapoi în timp prin eoni, fără să găsești nicio urmă vizibilă de viață, pentru ca apoi, deodată, „un întreg *Profallotaspis* sau *Elenellus*, de dimensiunile unui crab, să pice în mâinile tale nerăbdătoare”. Aceste ființe aveau membre, branhiile, sistem nervos, antene de cercetare, „un fel de creier”, în formularea lui Fortey, și cei mai ciudați ochi văzuți vreodată. Alcătuiți din bastonașe de calcit, același material din care se formează calcarul, trilobiții ne-au arătat cel mai timpuriu sistem de vedere cunoscut. Mai mult decât atât, cei mai timpurii trilobiți nu au format o singură specie îndrăzneată, ci zeci și nu au apărut în unu sau două locuri, ci pretutindeni. Mulți oameni învățați din secolul al XIX-lea au văzut în aceasta o dovadă a măiestriei lui Dumnezeu și o dezarmare a idealurilor evoluționiste ale lui Darwin. Dacă evoluția a urmat un drum lent, au întrebat ei, atunci cum ar putea Darwin să explice apariția bruscă a unor creaturi complexe, cu o structură bine definită? Iar adevărul este că nu se poate explica acest lucru.

Și lucrurile păreau destinate să rămână în ceață pentru totdeauna, până într-o zi din 1909, cu trei luni înainte de

aniversarea a cincizeci de ani de la publicarea lucrării lui Darwin *Originea speciilor*, când un paleontolog pe nume Charles Doolittle Walcott a făcut o descoperire extraordinară în Munții Stâncoși din Canada.

Walcott s-a născut în 1850 și a crescut în apropiere de Utica, New York, într-o familie de condiție modestă, care a devenit și mai modestă la moartea subită a tatălui, când Charles avea doar câteva luni. În copilărie, Walcott a descoperit că are o înclinație spre găsirea fosilelor, în special de trilobiți, și și-a alcătuit o colecție suficient de importantă încât să fie cumpărată de Louis Agassiz pentru muzeul său de la Harvard, contra unei mici averi, circa 45.000 de lire sterline în banii de azi. Deși educația lui abia ajungea la nivelul liceului și se instruisese singur în ale științei, Walcott a devenit o autoritate de prim rang în trilobiți și a fost primul care a stabilit că aceștia erau artropode, grupul care include insectele și crustaceele moderne.

În 1879, Walcott și-a luat o slujbă de cercetător de teren în cadrul nou formatului Institut Geologic al Statelor Unite și și-a făcut datoria atât de meritoriu, încât în mai puțin de cincisprezece ani a ajuns la conducerea acestuia. În 1907, a fost numit secretar al Institutului Smithsonian, unde a rămas până la moartea sa în 1927. În ciuda obligațiilor sale administrative, a continuat o prolifică activitate de teren și de scriitor. „Cărțile sale umplu un raft de bibliotecă”, potrivit lui Fortey. Ar mai merita menționat că tot el a fost și unul dintre directorii fondatori ai Comitetului Național de Consfătuire în Aeronautică, care în cele din urmă a devenit Agenția Națională pentru Științe Spațiale și Aeronautică, sau NASA, și astfel poate fi considerat pe drept un bunic al erei spațiale.

În prezent, el a rămas cel mai cunoscut pentru o descoperire ingenioasă și norocoasă făcută în Columbia Britanică, la mare înălțime deasupra orășelului Field, la sfârșitul verii lui 1909. Versiunea cunoscută a poveștii spune că Walcott mergea călare alături de soția sa, pe o potecă de munte, când calul femeii a alunecat pe o piatră. Descălecând să o ajute, Walcott a descoperit că animalul dislocase o bucată de marnă ce conținea crustacee fosilizate de un tip special, foarte vechi. Începuse să cadă zăpada – iarna vine devreme în Munții Stâncoși canadieni – și, prin urmare, nu au rămas acolo prea mult timp, dar în anul următor Walcott s-a întors în același loc cu prima ocazie. Urmărind presupusul traseu al alunecării de argilă, el a urcat vreo 230 m, până aproape de vârful muntelui. Acolo, la aproape 2.500 m deasupra nivelului mării, a descoperit un afloriment de șist bituminos cam de lungimea unui cvartal de oraș, ce conținea o gamă nemaiîntâlnită de fosile din perioada imediat următoare momentului în care viața complexă a izbucnit cu o bogăție uluitoare – faimoasa explozie cambriană. Walcott descoperise, se pare, Sfântul Graal al paleontologiei. Aflorimentul a devenit cunoscut sub numele de Marna Burgess, de la numele coamei pe care fusese descoperit. Și o lungă perioadă, el ne-a oferit unica perspectivă pe care o avem despre apariția vieții moderne în toată deplinătatea sa, după cum semnala regretatul Stephen Jay Gould în cunoscuta sa carte *Wonderful Life (O viață minunată)*.

Gould, un om scrupulos de felul lui, a descoperit din lectura jurnalelor lui Walcott că povestea descoperirii Marnei Burgess pare să fi fost cumva înfrumusețată – Walcott nu face nicio referire la alunecarea vreunui cal sau la vreo cădere de

zăpadă –, dar nu există nicio îndoială că a fost o descoperire extraordinară.

Nouă, oameni a căror existență pe Pământ este limitată la câteva decenii agitate, ne este aproape imposibil să apreciem cât de îndepărtată în timp de noi a fost explozia cambriană. Dacă am putea zbura înapoi în timp cu viteza de un an pe secundă, ne-ar lua circa o jumătate de oră să ajungem în vremea lui Iisus și puțin peste trei săptămâni ca să ajungem la începuturile existenței omenirii. Dar ne-ar trebui douăzeci de ani să ne întoarcem în zorii perioadei cambriene. Cu alte cuvinte, a fost acum foarte mult timp, pe când lumea era un loc extrem de diferit.

Pentru început, acum 500 de milioane de ani sau mai mult, atunci când s-a format, Marna Burgess nu se afla pe vârful unui munte, ci la poalele unui. Mai exact, era bazinul unui ocean acum secăt de la poalele unei stânci abrupte. Pe vremea aceea, mările erau înțesate de forme de viață, dar animalele nu au lăsat nicio urmă, pentru că aveau corpurile alcătuite din țesut moale, iar acesta se descompunea după moartea lor. Însă la Burgess stânca s-a prăbușit, iar vietățile de dedesubt, prinse într-o alunecare de teren mocirlos, au fost presate precum florile într-o carte și trăsăturile li s-au conservat în toată splendoarea detaliilor lor.

În timpul călătoriilor anuale pe timp de vară, între 1910 și 1925 (pe când avea deja șaptezeci și cinci de ani), Walcott a excavat zeci de mii de specimene (Gould spune că au fost 80.000; dar tipicarii obsedați de date exacte de la *National Geographic*, în mod normal de necontrazis, spun 60.000) pe care le-a adus înapoi la Washington pentru studii detaliate. Era o colecție inegalabilă, atât în privința numărului de

exemplare, cât și a diversității. Câteva dintre fosilele de la Burgess aveau cochilii; multe altele nu. Unele dintre creaturi puteau vedea, altele erau oarbe. Varietatea era de-a dreptul uluitoare, constând în o sută patruzeci de specii, potrivit unei estimări. În colecția de la Marna Burgess regăsim o paletă de diferențieri, în termeni de alcătuire anatomică, ce nu și-a găsit niciodată rival și care, până în prezent, nu poate fi întrecută de toate creaturile din oceanele lumii la un loc, scria Gould.

Din nefericire, potrivit lui Gould, Walcott nu a înțeles semnificația celor descoperite. „Walcott a preschimbat victoria în înfrângere”, scria Gould într-o altă carte, *Eight Little Piggies (Cei opt purceluși)*, „când a început interpretarea acestor fosile în cel mai eronat mod posibil”. Le-a plasat în grupuri moderne, transformându-le în strămoșii viermilor, meduzelor și ai altor creaturi de astăzi, și astfel a ignorat complet unicitatea lor. „O astfel de interpretare duce la concluzia că viața a început de la o simplitate primordială și a evoluat inexorabil și previzibil către mai mult și mai bine”, a suspinat Gould.

Walcott a murit în 1927, iar fosilele de la Burgess au căzut într-o uitare aproape desăvârșită. Vreme de aproape o jumătate de secol, au stat închise în sertare la Muzeul American de Istorie Naturală din Washington, unde rareori au fost consultate și niciodată studiate de un alt ochi. Apoi, în 1973, un student la studii postuniversitare de la Universitatea Cambridge, pe nume Simon Conway Morris, a venit să vadă colecția. A fost uluit de ceea ce a descoperit. Fosilele erau mult mai variate și mai minunate decât indicase Walcott în scrierile sale. În taxonomie, categoria care descrie structurile de bază ale corpului organismelor este filumul sau încrengătura, iar

aici, a conchis Conway Morris, se aflau sertar după sertar de curiozități ale structurii anatomice – și cel mai uluitor și inexplicabil era faptul că descoperitorul lor trecuse pe lângă toate acestea fără ca măcar să observe.

Împreună cu îndrumătorul său, Harry Whittington, și cu colegul Derek Briggs, Conway Morris și-a petrecut următorii câțiva ani făcând o cercetare sistematică a întregii colecții, scoțând, ca un vechi tipograf de pe rotativă, una după alta, monografii incitante, în vreme ce în urma sa se aduna un munte de descoperiri. La multe dintre aceste creaturi, structurile corpurilor nu erau doar diferite de tot ce se văzuse până atunci sau de atunci încolo, ci mai mult, diferențele erau de-a dreptul *curioase*. Una dintre ele, *Opabinia*, avea cinci ochi și un bot ca o duză, cu gheare la capăt. O alta, o viețuitoare în formă de disc numită *Peytoia*, arăta aproape comic, ca o felie de ananas circulară. O a treia era evident că își croise drum, șovăitoare, pe câteva rânduri de catalige și era atât de ciudată, încât au numit-o *Hallucigenia*. Colecția conținea atâtea noutăți de care știința încă nu avea habar, încât se spune că, la un moment dat, când a deschis un nou sertar, Conway Morris ar fi mormăit o replică pentru care a rămas celebru: „Ah, fir-ar al dracului, încă un filum”.

Cercetările echipei englezești au arătat că perioada cambrianului fusese un timp al inovațiilor nemaîntâlnite și al experimentărilor în termeni de structuri corporale. Vreme de aproape patru miliarde de ani, viața a lăncezit tăind frunză la câini, fără niciun fel de ambiții detectabile în direcția complexității, iar apoi, brusc, într-un interval de numai cinci până la zece milioane de ani, a creat toate tipurile fundamentale de structuri corporale folosite și astăzi. Numiți

o ființă vie, de la un vierme nematod la Cameron Diaz, și veți vedea că toate folosesc arhitecturi create pentru prima dată în explozia cambriană.

Însă cel mai surprinzător a fost faptul că au existat foarte multe tipuri de structuri ale corpurilor care nu au supraviețuit, au fost tăiate la montaj, ca să zicem așa, și nu au lăsat niciun fel de descendenți. Potrivit lui Gould, cel puțin cincisprezece, dacă nu chiar douăzeci dintre animalele de la Burgess nu aparțin niciunui filum recunoscut. (În scurt timp, relatările populare au mărit numărul până la o sută, mult mai multe decât au revendicat vreodată cercetătorii de la Cambridge.) „Istoria vieții”, scria Gould, „este povestea unui lung șir de eliminări masive, urmate de diferențieri în interiorul câtorva populații supraviețuitoare, nicidecum basmele popularizate despre o evoluție constantă a măiestriei, complexității și diversității”. Din câte se pare, succesul evoluției nu a fost nimic altceva decât o loterie.

O creatură care a reușit totuși să își croiască drum mai departe, o ființă mititică, de forma unui viermișor, numită *Pikaia gracilens*, prezenta o formă primitivă de coloană vertebrală, grație căreia devine astfel cel mai timpuriu strămoș cunoscut al tuturor vertebratelor, inclusiv al nostru. *Pikaia* nu erau deloc numeroase în rândul fosilelor din Burgess, prin urmare, nimeni nu ar putea spune cât de aproape ar fi putut să se afle de dispariție. Într-un citat faimos, Gould nu ne lasă să ne îndoim că el consideră succesul evoluției noastre drept o lovitură norocoasă: „Derulați înapoi banda vieții până în zilele de început ale Marnei Burgess; lăsați-o din nou să ruleze exact din același punct de pornire și veți vedea cât de incomensurabil de mici sunt șansele ca, la

reluare, să mai regăsim strălucitoarea podoabă a vreunei forme asemănătoare cu inteligența umană”.

Cartea *Wonderful Life* a lui Gould a fost publicată în 1989 și s-a bucurat de laudele generale ale criticii și de un mare succes comercial. Ceea ce nu știa marele public era că mulți oameni de știință nu agreeau concluziile lui Gould și că, în curând, totul avea să ia o întorsătură urâtă. În contextul cambrian, „explozia” avea să fie legată mai degrabă de temperamentele moderne decât de date fiziologice străvechi.

Acum știm că, într-adevăr, organismele complexe au existat cu cel puțin o sută de milioane de ani înainte de cambrian. Și ar fi trebuit să știm mult mai multe, mai devreme. La aproape patruzeci de ani după descoperirea lui Walcott din Canada, la antipozi, în Australia, un tânăr geolog pe nume Reginald Sprigg a găsit ceva chiar mai vechi și la fel de remarcabil în felul său.

În 1946, Sprigg, un tânăr asistent geolog guvernamental care lucra pentru statul Australia de Sud, a fost trimis să facă un studiu despre minele abandonate de la Ediacaran Hills, din lanțul Flinders, o vastă întindere de deșert torid la 500 km nord de Adelaide. Ideea era să vadă dacă existau mine vechi care ar fi putut fi redeschise pentru o exploatare profitabilă cu ajutorul tehnologiilor mai noi, prin urmare el nu studia rocile de suprafață și cu atât mai puțin fosilele. Dar într-o zi, în vreme ce își lua prânzul, Sprigg a rostogolit din întâmplare o bucată de gresie și a fost surprins să vadă că suprafața rocii era acoperită cu fosile delicate, ca urmele lăsate de frunze în noroi. Aceste roci proveneau dintr-o perioadă anterioară exploziei cambriene. Contempla zorii vieții vizibile.

Sprigg a prezentat o lucrare revistei *Nature*, care i-a fost respinsă. A citit-o în schimb la următoarea întâlnire anuală a Asociației pentru Progresul Științei din Australia și Noua Zeelandă, dar nu a reușit să intre în grațiile directorului asociației, care a declarat că urmele din Ediacaran nu erau decât „însemne anorganice fortuite” – modele lăsate în piatră de vânt, ploaie sau valuri, dar nu de ființe vii. Cu o urmă de speranță încă licărind, Sprigg a plecat la Londra pentru a-și prezenta descoperirile la Congresul Geologic Internațional din 1948, dar nu a reușit să trezească nici interes, nici încredere. În sfârșit, în lipsa unei alternative mai bune, și-a publicat descoperirile în *Transactions of the Royal Society of South Australia*. Apoi și-a părăsit slujba guvernamentală și s-a apucat de exploatare petroliere.

Nouă ani mai târziu, în 1957, un școlar pe nume John Mason, în vreme ce se plimba prin Charnwood Forest din Midlands, Anglia, a descoperit o rocă ce conținea o fosilă ciudată, similară unor corali moderni și foarte asemănătoare cu unele dintre speciemenele pe care le găsisese Sprigg și încercase să le popularizeze. Băiatul i-a dat piatra unui paleontolog de la Universitatea din Leicester, care a identificat-o pe dată ca fiind precambriană. Tânărul Mason și-a văzut poza în ziare și a fost considerat un erou precoce; în numeroase cărți, încă apare în această postură. Specimenul a fost numit în onoarea sa *Charnia masoni*.

Astăzi, unele dintre speciemenele originale de la Ediacaran găsite de Sprigg, împreună cu multe dintre celelalte o mie cinci sute care au fost descoperite în Munții Flinders de atunci încoace, pot fi văzute într-o vitrină de sticlă într-o cameră de la etaj, din robustul și fermecătorul South Australian Museum

din Adelaide, dar nu atrag prea multă atenție. Tiparele imprimate delicat sunt mai degrabă șterse și nu tocmai frapante pentru un ochi neavizat. Cele mai multe sunt mici, în formă de disc, cu fâșiute abia vizibile ici și colo. Fortey le-a descris ca fiind „ciudățenii cu corp moale”.

Suntem departe de un consens asupra a ceea ce au fost sau cum au trăit aceste ființe. Din câte ni se spune, nu aveau gură sau anus prin care să introducă ori să elimine materialele digestive și nici organe interne prin care să le transforme. „În viață”, spune Fortey, „probabil că cele mai multe dintre ele zăceau pe suprafața sedimentelor nisipoase, ca niște calcani molatici, inanimați și fără structură”. În cea mai avansată formă, probabil complexitatea lor nu o depășea pe cea a meduzelor. Toate creaturile din Ediacaran erau diploblastice, adică alcătuite din două straturi de țesut. Cu excepția meduzelor, toate animalele de astăzi prezintă trei straturi (triploblastice).

Unii experți consideră că nici măcar nu erau animale, ci mai mult asemănătoare plantelor sau ciupercilor. Distincția dintre plante și animale nu este întotdeauna clară, nici măcar în prezent. Spongierii moderni își petrec viața lipiți de un singur loc, nu au ochi, creier sau o inimă care să bată și totuși sunt animale. „Dacă ne întoarcem în precambrian, probabil că diferențele dintre plante și animale erau cu atât mai neclare”, spune Fortey. „Nu există nicio regulă care să te oblige să demonstrezi că ești fie una, fie cealaltă.”

Și nici nu s-a căzut de acord că organismele din Ediacaran sunt în vreun fel strămoșii vreunei vietăți de astăzi (poate cu excepția meduzelor). Multe persoane avizate le concep ca pe un fel de experiment eșuat, un pumnal înfipt în spatele

complexității care nu și-a atins ținta, deoarece leneșele organisme din Ediacaran au fost devorate sau date la o parte de nesuferitele animale mai sofisticate din cambrian.

„În prezent, nu trăiește nimic cât de cât similar lor”, scria Fortey. „Sunt greu de considerat drept vreun fel de strămoși a ceea ce avea să urmeze.”

Sentimentul general este acela că nu au reprezentat ceva teribil de important pentru dezvoltarea vieții pe Pământ. Multe voci avizate cred că s-a făcut o exterminare în masă la granița dintre precambrian și cambrian și că vietățile din Ediacaran (cu excepția înșelătoarelor meduze) nu au reușit să facă saltul la următoarea fază. Cu alte cuvinte, marea bursă a vieții complexe s-a deschis odată cu explozia cambriană. În orice caz, așa a văzut-o Gould.

Ca și în cazul revizuirilor fosilelor de la Marna Burgess, aproape imediat oamenii au început să pună la îndoială interpretările și în special interpretarea dată de Gould interpretărilor. „Încă de la început, au existat un număr de cercetători care au pus la îndoială relatarea oferită de Steve Gould, indiferent cât de mult admirau modul în care era ea prezentată”, scria Fortey în *Life*. Și aceasta este o exprimare blândă.

„Ce bine ar fi dacă Stephen Gould ar gândi la fel de clar pe cât scrie!”, a tunat profesorul Richard Dawkins de la Oxford în prima frază a unei recenzii la *Wonderful Life* (din *Sunday Telegraph*). Dawkins recunoștea că „nu poți lăsa cartea din mână” și că era „un *tour-de-force* literar”, dar l-a acuzat pe Gould că s-a angajat într-o interpretare greșită, „grandilocventă și aproape răuvoitoare” a faptelor atunci

când a sugerat că reevaluările fosilelor de la Burgess aruncaseră în aer comunitatea paleontologică. „Perspectiva pe care o atacă el – potrivit căreia evoluția urmează un marș inexorabil către un vârf precum este omul – nu mai e susținută de cincizeci de ani”, afirma condescendent Dawkins.

Acest gen de subtilități s-au pierdut în numeroase alte recenzii mai generale. Un critic care scria pentru *The New York Times Book Review* a sugerat plin de entuziasm că, în urma cărții lui Gould, „oamenii de știință au aruncat pe fereastră unele prejudecăți pe care nu le mai reexaminaseră de generații. Mai de voie, mai de nevoie, ei trebuie să accepte acum ideea că oamenii sunt cam în aceeași măsură un accident al naturii și un produs al unei dezvoltări organizate”.

Dar adevăratul tir îndreptat împotriva lui Gould s-a datorat în principal convingerii că multe dintre concluziile sale erau pur și simplu greșite sau exagerate fără discernământ. Dawkins a atacat în ziarul *Evolution* afirmațiile lui Gould referitoare la faptul că „evoluția în cambrian era un altfel de proces decât cel de astăzi”, exprimându-și exasperarea față de sugestiile repetate ale acestuia potrivit cărora „în cambrian evoluția a marcat o perioadă de experiment, de «încercări succesive», de «starturi greșite»... A fost vremea fertilă în care s-au inventat toate marile structuri fundamentale de organisme. În prezent, evoluția doar reasamblează vechile tipuri de structuri. În cambrian au apărut noi filumuri și noi clase. În prezent, noi nu mai descoperim decât noi specii!”.

Observând cât de des este reluată această idee – că nu mai există tipuri de structuri noi –, Dawkins declară: „Este ca și cum un grădinar s-ar uita la un stejar și ar spune cu mirare: «Nu este ciudat că în acest copac n-au mai apărut noi crengi

groase de atâția ani? În prezent, se pare că tot ce crește nou este la nivelul de rămurică»”.

Acum Fortey spune: „Au fost vremuri ciudate, mai ales dacă te gândești că se discuta despre ceva ce s-a întâmplat acum cinci sute de milioane de ani, dar spiritele se încinseseră de-a binelea. Într-una din cărțile mele, am glumit pe seama faptului că aveam senzația că îmi trebuie o cască de protecție înainte să scriu despre perioada cambriană, dar, într-o câțva, chiar așa mă simțeam”.

Cel mai ciudat dintre toate a fost răspunsul unuia dintre eroii din *Wonderful Life*, Simon Conway Morris, care a șocat o bună parte din comunitatea paleontologică atunci când s-a întors violent împotriva lui Gould într-o carte proprie, *The Crucible of Creation*. „Nu am întâlnit niciodată atât spleen în cartea unui profesionist”, avea să scrie Fortey mai târziu. „Cititorul obișnuit al cărții *The Crucible of Creation*, dacă nu cunoaște istoria, nu va ghici niciodată că vederile autorului au fost cândva apropiate de ale lui Gould (dacă nu chiar identice).”

Când l-am întrebat pe Fortey, mi-a răspuns: „A fost foarte ciudat, dacă nu de-a dreptul șocant, pentru că portretul pe care Gould i-l făcuse lui era foarte măgulitor. Am presupus că Simon s-a simțit jenat, nu m-am putut gândi la altceva. Știți, știința se schimbă, dar cărțile sunt veșnice și presupun că i-a părut rău să fie atât de inexorabil asociat cu idei în care nu mai credea în totalitate. În carte apărea exclamația lui, «Fir-ar al dracului, încă un filum», și bănuiesc că i-a displicut să intre în istorie pentru asta. Dacă citești cartea lui Simon, nici prin cap nu ți-ar trece că vederile lui au fost cândva aproape identice cu ale lui Gould”.

În fapt, fosilele din cambrianul timpuriu au început să treacă printr-o perioadă de reevaluare critică. Fortey și Derek Briggs – un alt personaj principal din cartea lui Gould – au folosit o metodă cunoscută sub numele de cladistică pentru a compara diferite fosile de la Burgess. În termeni simpli, cladistica reprezintă organizarea organismelor pe baza trăsăturilor comune. Fortey oferă drept exemplu ideea de a compara un șoarece-de-câmp cu un elefant. Dacă ne gândim la dimensiunile mari ale elefantului și la trompa lui neobișnuită, am putea trage concluzia că are prea puține în comun cu un șoarece mititel și adulmecător. Dar, dacă îi comparăm pe amândoi cu o șopârlă, vom vedea că elefantul și șoarecele sunt în realitate construiți cam după același plan. În esență, ceea ce ne spune Fortey este că Gould a văzut elefanți și șoareci acolo unde el și Briggs au văzut mamifere. Creaturile de la Burgess nu erau atât de ciudate și de variate pe cât crezuseră ei la început. „De multe ori, nu erau cu nimic mai ciudate decât trilobiții”, spune acum Fortey. „Atâta doar că am avut la dispoziție un secol și ceva ca să ne obișnuim cu trilobiții. Știți, cunoașterea duce la cunoaștere.”

Ar trebui să subliniez că toate acestea nu s-au datorat neglijenței sau neatenției. Interpretarea formelor și relațiilor dintre animalele străvechi pe baza unor dovezi fragmentare și de multe ori distorsionate este, după cum vă imaginați, o treabă complicată. Edward O. Wilson scria că, dacă iei câteva specii selecționate de insecte actuale și le prezinți ca fosile de genul celor de la Burgess, nimeni nu va ghici vreodată că toate provin din același filum, într-atât sunt de diferite structurile corpurilor lor. De asemenea, de mare folos pentru fundamentarea revizuirilor a fost descoperirea altor două

situri din cambrianul timpuriu, unul în Groenlanda și altul în China, plus alte fragmente izolate, între care s-au aflat multe specimene asemănătoare, de multe ori chiar mai bune.

Așadar, putem trage concluzia că fosilele de la Burgess s-au dovedit a nu fi, la urma urmelor, chiar atât de diferite. *Hallucigenia* fusese reconstruită cu fundul în sus, după cum s-a aflat mai apoi. Picioarele sale ca niște catalige erau de fapt țepii de pe spate. *Peytoia*, ciudata creatură care arăta ca o felie de ananas, s-a dovedit a nu fi o creatură distinctă, ci doar o parte a unui animal mai mare, numit *Anomalocaris*. Multe dintre speciunile de la Burgess au fost acum încadrate în filumuri existente și astăzi – exact acolo unde le plasase Walcott de la bun început. *Hallucigenia* și altele câteva sunt considerate înrudite cu *Onychophora*, un grup de animale asemănătoare omizilor. Altele au fost reclasificate ca fiind precursorii anelidelor moderne. Fortey spune că, de fapt, „există prea puține structuri cambriene cu desăvârșire noi. Cel mai adesea se dovedesc a fi doar variațiuni interesante ale unor modele bine cunoscute”. Tot el a scris în *Life*: „Niciuna nu era atât de ciudată precum ciripedele moderne sau la fel de grotescă precum o regină termită”.

Prin urmare, speciunile de la Marna Burgess nu erau chiar atât de spectaculoase. Aceasta nu le-a făcut mai puțin interesante sau ciudate, ci doar mai explicabile, după cum scria Fortey. Structurile lor corporale stranii erau doar un fel de exuberanță a tinereții – echivalentul evoluționar, ca să zicem așa, al coafurii cu țepi și piercingurilor în limbă. În cele din urmă, formele s-au stabilizat într-o vârstă mijlocie lină.

Dar aceasta nu răspunde la întrebarea de unde proveneau toate aceste animale și cum au apărut ele brusc, ca din nimic.

Din păcate, s-a dovedit că explozia cambriană s-ar putea să nu fi fost deloc explozivă. Animalele cambriene, se crede acum, existaseră probabil dinainte, dar erau prea mici pentru a fi văzute. Încă o dată, cei care ne-au oferit indicii au fost trilobiții – în special, acea apariție a diferitor tipuri de trilobiți în locații răspândite pe întreg globul, toate cam în același timp, care părea să complice totul.

La suprafață, apariția bruscă a unei mulțimi de ființe pe deplin formate, dar variate ar părea să sublinieze miracolul exploziei cambriene, dar în realitate a făcut exact contrariul. Una este să descoperim o creatură bine conturată, precum un trilobit izolat ce apare brusc – asta ar fi chiar o minune –, dar să găsim mai multe, toate diferite, dar evident înrudite, apărând cam în același moment din istoria fosilelor, în locuri aflate la distanțe considerabile, cum ar fi China și statul New York, asta sugerează clar că ne lipsește o parte importantă din istoria lor. Nici nu puteam cere o dovadă mai clară că pur și simplu trebuie să fi avut un înaintaș, vreo specie-strămoș care a pornit linia într-un trecut mult mai îndepărtat.

Acum se crede că motivul pentru care nu am descoperit aceste specii timpurii este acela că erau prea mici pentru a fi fost conservate. Fortey spune: „Nu este nevoie de dimensiuni mari pentru a fi un organism complex, în perfectă stare de funcționare. În mările de astăzi mișună puzderii de artropode minuscule, care nu au lăsat nicio urmă fosilă”. El citează micile copepode, care trăiesc cu miile de miliarde în mările actuale și care se adună în bancuri destul de mari pentru a înnegri vaste suprafețe din ocean, deși suma cunoștințelor noastre despre înaintașii lor se rezumă la un unic specimen descoperit în corpul unui pește antic fosilizat.

„Explozia cambriană, dacă acesta este cuvântul potrivit, a reprezentat probabil mai mult o creștere a dimensiunilor decât o apariție bruscă de noi tipuri de structuri”, spune Fortey. „Și ar fi putut să se întâmple destul de brusc, așadar presupun că în acest sens am putea-o numi explozie.” Ideea este aceea că, la fel cum mamiferele și-au așteptat momentul propice vreme de o sută de milioane de ani, până la dispariția dinozaurilor, după care au părut să explodeze pe întreaga planetă, poate la fel și artropodele și alte triploblaste au așteptat într-un anonimat semimicroscopic ca organismele dominante, precum cele din Ediacaran, să-și trăiască zilele de glorie. Fortey afirmă: „Știm că mamiferele au crescut destul de semnificativ după dispariția dinozaurilor – deși, când spun destul de brusc, mă gândesc, evident, în sens geologic. Vorbim în continuare în termeni de milioane de ani”.

În treacăt fie spus, în cele din urmă, Reginald Sprigg a primit cu oarecare întârziere recunoașterea binemeritată. Unul dintre principalele genuri timpurii a fost numit în onoarea sa *Spriggina*, precum și alte câteva specii, iar întregul a devenit cunoscut drept fauna din Ediacaran, după numele dealurilor pe care a rătăcit în căutarea lor. Dar la acel moment vânătoarea de fosile a lui Sprigg se terminase de mult. După ce s-a lăsat de geologie, a fondat o companie petrolieră de succes, iar într-un final s-a retras la o proprietate din iubiții săi Munți Flinders, unde a creat o rezervație naturală. A murit în 1994, un om bogat.

Capitolul 22

Rămas-bun tuturor acestora

Dacă ne gândim din perspectivă umană, iar pentru noi ar fi destul de greu să facem altfel, viața este un lucru ciudat. Abia aștepta să pornească, dar apoi, odată pornită, pare să nu fie deloc grăbită să treacă mai departe.

Gândiți-vă la licheni. Lichenii sunt aproape cel mai greu observabil organism de pe Pământ, dar sunt și printre cei mai puțin ambițioși. Cresc destul de mulțumiți și într-o curte de biserică înșorită, dar se simt cu deosebire în largul lor în medii în care alte organisme refuză să stea – pe vârfuri de munți bătute de vânturi sau în pustiurile arctice, oriunde nu există altceva decât stâncă, ploaie și frig și nici urmă de concurență. În zonele din Antarctica, unde practic nu crește nimic altceva, se găsesc vaste suprafețe cu licheni – patru sute de tipuri – lipiți cu fervoare de fiecare bucățică de stâncă măturată de vânturi.

Multă vreme, oamenii nu au putut înțelege cum de reușesc lichenii acest lucru. Întrucât cresc pe stânca goală, fără nicio sursă evidentă de hrană sau producție de semințe, mulți oameni – oameni învățați chiar – au crezut că sunt stânci aflate în procesul de a deveni plante. „În mod spontan, piatra

anorganică devine plantă!”, s-a bucurat un observator, un anume doctor Hornschuch, în 1819.

O inspecție mai atentă a arătat că lichenii ar trebui priviți mai degrabă cu interes decât ca niște obiecte magice. În realitate, ei sunt un parteneriat între alge și ciuperci. Ciupercile secretă acizi cu care dizolvă suprafața stâncii, din care ies la suprafață mineralele pe care algele le transformă în hrană suficientă pentru a le întreține pe amândouă. Nu este un aranjament tocmai pasional, dar este unul deosebit de reușit. În lume există mai bine de douăzeci de mii de specii de licheni.

La fel ca majoritatea ființelor care se descurcă de minune în medii aspre, lichenii cresc foarte încet. Unui lichen s-ar putea să-i trebuiască mai bine de o jumătate de secol să atingă dimensiunile unui nasture de cămașă. Cei de dimensiunea unei farfurii întinse, scrie David Attenborough, „ar putea foarte bine să aibă sute, dacă nu chiar mii de ani”. Cu greu ne-am putea imagina o existență cu mai puține satisfacții. „Ei doar există”, adaugă Attenborough, „stând mărturie emoționantului fapt că viața, chiar și la cele mai simple niveluri ale sale, apare, din câte se vede, doar de dragul vieții”.

Este foarte ușor să scăpăm din vedere această idee că viața există pur și simplu. Prin natura noastră de oameni, suntem înclinați să credem că viața trebuie să aibă un scop. Avem planuri, aspirații și dorințe. Vrem să profităm permanent, la maximum, de amezițoarea existență ce ne-a fost dăruită. Dar ce înseamnă viața pentru un lichen? Și totuși, impulsul său de a exista, de a fi este exact la fel de puternic ca al nostru – poate chiar mai puternic. Dacă mi s-ar spune că ar trebui să petrec decenii de-a rândul ca excrescență păroasă pe o stâncă din

pădure, cred că mi-aș pierde voința de a continua. Dar lichenii nu și-o pierd. Practic, ca orice altă ființă vie, lichenii ar suferi orice dificultate, ar îndura orice tratament pentru un moment în plus de existență. Pe scurt, viața pur și simplu vrea să existe. Dar – și acesta este un aspect interesant – în cea mai mare parte a sa nu vrea să meargă prea departe.

Găsesc aceasta oarecum ciudat, întrucât viața a avut suficient timp la dispoziție ca să-și formeze ambiții. Dacă vă imaginați cei 450 de milioane de ani de existență ai Pământului comprimați într-o zi terestră normală, atunci viața începe foarte devreme, undeva pe la ora patru dimineața, odată cu ivirea primului, celui mai simplu organism unicelular, după care nu mai avansează niciun pas în următoarele șaisprezece ore. Până aproape de ora opt și jumătate seara, când au trecut deja cinci părți din șase ale zilei, Pământul nu poate arăta universului nimic altceva decât o piele forfotitoare de microbi. Apoi, în sfârșit, apar primele plante de mare, urmate de prima meduză, douăzeci de minute mai târziu, și de enigmatică faună Ediacaran, descoperită pentru prima dată de Reginald Sprigg în Australia. La nouă și patru minute seara își fac loc în scenă, înotând, trilobiții, urmați aproape imediat de creaturile cu forme apetisante de la Marna Burgess. Chiar înainte de ora zece, plantele încep să urce la suprafață. Curând după aceea, când din zi au mai rămas doar două ore, vin și primele vietăți terestre.

Ne bucurăm de zece minute de vreme calmă și plăcută, grație căreia Pământul este acoperit, la zece și douăzeci și patru de minute, de marea pădure carboniferă, ale cărei reziduuri ne dau cărbunele. Totodată, încep să se miște primele insecte cu aripi. Cu puțin înainte de ora unsprezece,

iată și dinozaurii cu pasul rar și apăsător, care devin centrul atenției cam trei sferturi de oră. Cu douăzeci și unu de minute înainte de miezul nopții, ei dispar și începe epoca mamiferelor. Oamenii apar cu un minut și șaptesprezece secunde înainte de miezul nopții. Întreaga noastră istorie cunoscută ar reprezenta pe această scară doar câteva secunde, iar răstimpul unei vieți, abia o clipă. De-a lungul acestei zile la viteză mărită, continentele alunecă înapoi și încolo, se ciocnesc și se lipesc într-un ritm care aduce a nesăbuintă curată. Munții se ridică și se scufundă, bazinele oceanice apar și dispar, ghețarii avansează și se retrag. Și, în toată perioada, cam de trei ori pe minut, undeva pe planetă scânteiază o lumină ca de bliț, care marchează impactul unui meteorit de dimensiunile celui de la Manson sau mai mare. Este de-a dreptul o minune că există supraviețuitori în acest adevărat ring de box instabil. De altfel, nici nu reușesc să supraviețuiască prea mult.

O modalitate poate chiar mai eficientă de a înțelege cât de târziu am apărut noi în acest tablou de 4,5 miliarde de ani este să ne întindem brațele la maximum și să ne imaginăm că distanța dintre extremitățile lor reprezintă întreaga istorie a Pământului. Pe această scară, potrivit lui John McPhee, în *Basin and Range (Bazin și lanț)*, distanța de la vârful degetelor unei mâini până la încheietura celeilalte reprezintă precambrianul. Toată viața complexă este cuprinsă de o palmă „și, cu o singură mișcare a unui cleștișor de unghii, ai putea eradica istoria umană”.

Din fericire, acel moment nu a venit, dar sunt șanse mari să se întâmple. Nu mi-am propus să introduc o notă sumbră în acest moment, dar realitatea este că viața pe Pământ mai are o

calitate extrem de relevantă în contextul nostru: se stinge. Cu destulă regularitate. În ciuda efortului pe care atâtea organisme îl depun ca să se formeze și să se conserve, șubrezirea și pieirea speciilor sunt de-a dreptul un obicei. Și, cu cât devin mai complexe, cu atât mai repede par să dispară. Poate că acesta este unul dintre motivele pentru care viața nu este un model de ambiție.

Așadar, orice dovadă de îndrăzneală devine un eveniment, iar printre cele mai animate evenimente s-au aflat momentele în care viața a trecut la următoarea etapă a epopeii noastre, ieșind din mare.

Pământul era un mediu înfricoșător: fierbinte, uscat, scăldat în radiații ultraviolete intense, lipsit de vivacitatea grație căreia mișcarea prin apă pare relativ lipsită de efort. Pentru a trăi pe pământ uscat, ființele vii au trebuit să porceadă la reorganizări masive ale anatomii lor. Dacă ținem un pește de fiecare capăt, mijlocul se curbează în jos, coloana vertebrală fiind prea slabă ca să-l susțină. Pentru a supraviețui în afara mediului acvatic, creaturile marine au fost obligate să inventeze noi arhitecturi interne care să le susțină greutatea – un gen de adaptare care nu se petrece tocmai peste noapte. Și, mai presus de toate, cea mai stringentă problemă care își aștepta soluția, o vietate terestră a trebuit să creeze un mijloc practic de a-și extrage oxigenul direct din aer, în loc să-l filtreze prin apă. Viața, așadar, avea de depășit câteva obstacole nu tocmai banale. Pe de altă parte, exista o motivație puternică pentru a părăsi apa: începea să devină periculos în adâncuri. Lenta fuziune a continentelor într-o masă continentală unică, Pangaea, presupunea

reducerea liniei de coastă și deci a habitatului de coastă. Competiția devenea acerbă. Pe scenă apăruse un tip nou de prădător, omnivor și deconcertant, atât de perfect proiectat pentru atac, încât aproape că nu a avut nevoie de nicio modificare în lungii eoni de la apariția sa: rechinul. Nicicând nu a fost un moment mai propice pentru a găsi un mediu de viață alternativ apei.

Plantele au început procesul de colonizare a uscatului acum circa 450 de milioane de ani; nu au avut încotro, însoțite, de nevoie, de căpușe minuscule și de alte organisme care descompuneau și recicla în locul lor materia organică moartă. Animalele mari au avut nevoie de ceva mai multă vreme ca să își facă apariția, dar cam acum 400 de milioane de ani s-au aventurat, la rândul lor, afară din apă. Imaginile populare ne-au încurajat să vizualizăm primii locuitori cutezători ai uscatului ca pe un fel de pești ambițioși, ceva asemănător cu guvizii actuali, care țopăie din baltă în baltă în vremuri de secetă, sau chiar ca pe niște amfibieni complet formați. În realitate, primii rezidenți mobili vizibili de pe pământ uscat semănau probabil mai mult cu izopodele terestre. Aceștia sunt gândăceii (de fapt, crustacee) pe care îi apucă panica atunci când dăm la o parte o stâncă sau un buștean.

Pentru cei care au învățat să respire oxigen din aer, era un moment prielnic. Nivelurile de oxigen din devonian și carbonifer, când a înflorit pentru prima dată viața terestră, ajungeau până la 35% (comparativ cu doar 20% acum). Aceasta le-a permis animalelor să crească foarte mari într-un timp remarcabil de scurt.

O întrebare firească ar fi de unde știu oamenii de știință care erau nivelurile de oxigen de acum milioane de ani. Răspunsul provine dintr-un domeniu oarecum obscur, dar ingenios, numit geochimia izotopilor. Vechile mări din carbonifer și devonian erau înțesate de un plancton alcătuit din niște ființe mici, care s-au înfășurat în cochilii protectoare. Atunci, ca și acum, planctonul și-a creat cochilii trăgând oxigen din atmosferă și combinându-l cu alte elemente (în special carbon), pentru a forma compuși durabili precum carbonatul de calciu. Este același truc chimic perpetuat în ciclul carbonului pe termen lung (pe care, de altfel, l-am și explicat în altă parte, în cadrul acestuia), un proces vital pentru crearea unei planete locuibile, chiar dacă pentru noi este întruchiparea plictiselii.

Într-un final, în acest proces, toate organismele minuscule mor și cad pe fundul oceanului, unde sunt comprimate treptat sub formă de calcar. Printre structurile atomice minuscule pe care planctonul le poartă cu sine în mormânt se află doi izotopi foarte stabili – oxigen-16 și oxigen-18. (Dacă ați uitat ce este un izotop nu contează, dar, doar cu titlu informativ, este un atom cu un număr anormal de neutroni.) Și aici intervin geochimiștii, pentru că izotopii se acumulează în ritmuri diferite, în funcție de cât de mult oxigen sau dioxid de carbon se găsesc în atmosferă în momentul creării lor. Prin compararea ritmurilor din vremuri străvechi de depunere a celor doi izotopi, geochimiștii pot descifra condițiile din lumea de altădată – nivelurile de oxigen, temperaturile aerului și ale oceanului, întinderea și încadrarea perioadelor glaciare și multe altele. Combinând descoperirile pe baza izotopilor cu alte rămășițe fosile care ne indică diverse condiții, precum

nivelurile de polen și multe altele, oamenii de știință pot recrea, cu destulă certitudine, peisaje întregi, pe care niciun ochi uman nu le-a văzut vreodată.

Principalul motiv pentru care nivelurile de oxigen puteau crește cu atâta vigoare în perioadele timpurii ale vieții terestre era acela că o bună parte din peisajul terestru era ocupat de ferigi gigantice și mlaștini întinse, care, prin conținutul lor mocirlos, întrerupeau procesul normal al reciclării carbonului. În loc să putrezească complet, frunzele căzute și alte materii vegetale moarte se acumulau în sedimente umede bogate, care, de-a lungul timpului, au fost presate, dând naștere vastelor zăcămintele de cărbune care susțin și în prezent o bună parte din activitatea economică.

Nivelurile amețitoare de oxigen au încurajat, evident, creșterile exagerate. Cea mai veche urmă lăsată de un animal de suprafață descoperită până acum datează din urmă cu 350 de milioane de ani și aparține unui miriapod. Se află pe o stâncă din Scoția și are peste un metru lungime. Înainte de încheierea acestei ere, unele miriapode aveau să ajungă la lungimi de peste doi metri.

Cu asemenea prădători la pândă, nici nu este de mirare, așa zice eu, că insectele din acea perioadă au elaborat o scamatorie care să le pună la adăpost de limbile ucigăse: au învățat să zboare. Unele s-au adaptat cu o ușurință de invidiat la acest nou mijloc de locomoție, astfel încât tehnicile lor nu s-au mai schimbat de atunci încolo. Pe atunci, ca și acum, libelulele puteau zbura cu peste 50 km la oră, se puteau opri brusc, puteau pluti, puteau zbura cu spatele și se puteau ridica mult mai sus decât orice mașină zburătoare construită de om, păstrând proporțiile. „Forțele Aeriene SUA au făcut experiențe

cu ele și le-au pus să zboare în tunele aerodinamice, ca să vadă cum de reușesc toate acestea, și au fost șocate”, scria un comentator. Și ele creșteau prea mari în aerul foarte bogat. În pădurile din carbonifer, libelulele creșteau cât corbii, copacii și alte plante atingeau, la rândul lor, proporții exagerate, coada-calului și ferigile ajungeau la înălțimi de 15 m, iar plantele precum brădișorul atingeau 40 m.

Primele vertebrate terestre – care ar fi cam primele animale terestre din care ne tragem noi – rămân un mister. Aceasta se datorează în parte unei lipse de fosile relevante și, în parte, unui suedez hipersensibil pe nume Erik Jarvik, ale cărui interpretări bizare și metode secretoase au ținut pe loc progresul în această privință vreme de aproape o jumătate de secol. Jarvik făcea parte dintr-o echipă de cercetători scandinavi care au călătorit în Groenlanda în anii 1930 și 1940, în căutare de pești fosili. Ei căutau în special pești cu aripi lobate, de tipul celor despre care se credea că ar fi strămoșii noștri și ai tuturor celorlalte creaturi umblătoare, cunoscute sub numele de tetrapode.

Majoritatea animalelor sunt tetrapode și toate cele aflate azi în viață au un lucru în comun: au câte patru membre, fiecare terminate cu maximum cinci degete. Dinozaurii, balenele, păsările, chiar și peștii sunt cu toții tetrapode, fapt ce sugerează clar că provin dintr-un unic strămoș comun. S-a presupus că secretul pentru găsirea acestui strămoș s-ar găsi în devonian, acum circa 400 de milioane de ani. Înainte de acel moment, nu umbla nimic pe pământ. După aceea, existau o mulțime. Din fericire, echipa a găsit exact o astfel de creatură, un animal de un metru lungime numit *Ichthyostega*. Analiza acestei fosile a căzut în sarcina lui Jarvik, care și-a

început studiul în 1948 și a monopolizat fosila în următorii patruzeci și opt de ani. Din nefericire, Jarvik a refuzat să-i lase și pe alții să-i studieze tetrapodul. Paleontologii din lumea întreagă au trebuit să se mulțumească cu două lucrări interimare sumare, în care Jarvik scria că vietatea avea câte cinci degete la fiecare dintre cele patru membre, ceea ce îi confirma importanța ancestrală.

Jarvik a murit în 1998. După moartea sa, alți paleontologi s-au grăbit să examineze specimenul și au descoperit că Jarvik greșise numărătoarea degetelor – care erau de fapt câte opt la fiecare membru – și nu observase că peștele nu ar fi putut să meargă. Structura aripii era de asemenea natură, încât s-ar fi prăbușit sub propria greutate. Inutil să mai subliniez că asta nu ne-a ajutat să avansăm în înțelegerea noastră referitoare la primele animale terestre. Astăzi sunt cunoscute trei tetrapode timpurii și niciunul dintre ele nu are cinci degete. Pe scurt, nu prea știm de unde venim.

Dar de venit, am venit sigur, chiar dacă drumul către actualul nostru statut proeminent nu a fost întotdeauna drept. De la începutul vieții pe uscat, aceasta a constat din patru megadinastii, așa cum sunt ele numite uneori. Prima a fost reprezentată de amfibieni și reptilele primitive, care mergeau cu dificultate, dar uneori puteau atinge dimensiuni destul de robuste. Cel mai cunoscut animal din această epocă a fost dimetrodonul, o creatură cu aripi pe spate, confundată frecvent cu dinozaurii (inclusiv, aș remarca eu, într-o imagine din cartea lui Carl Sagan *Comet*). Dimetrodonul era în fapt o synapsidă. Așadar, odată ca niciodată, asta am fost și noi. *Synapsidele* reprezentau una dintre cele patru mari diviziuni ale vieții reptiliene timpurii, celelalte fiind *Anapsidele*,

Euryapsidele și *Diapsidele*. Numele se referă la numărul și amplasarea micilor găuri descoperite pe craniile proprietarilor. *Synapsidele* aveau o gaură în partea de jos a tâmplei; *Diapsidele* aveau câte două; *Euryapsidele* aveau câte o singură gaură, amplasată mai sus.

De-a lungul timpului, fiecare dintre aceste grupări principale s-a împărțit în alte subdiviziuni, între care unele s-au dezvoltat, iar altele s-au împotmolit. Subclasa *Anapsida* a dat naștere țestoaselor, care, pentru o vreme, deși poate nu vi se pare tocmai plauzibil, au părut menite să țintească la statutul dominant de cele mai avansate și mai ucigașe creaturi ale planetei, înainte ca o capcană a evoluției să le determine să se concentreze asupra longevității în locul dominației. *Synapsidele* s-au împărțit în patru direcții, dintre care numai una a supraviețuit dincolo de permian. Din fericire, aceasta era direcția căreia îi aparțineam și noi și a evoluat într-o familie de protomamifere cunoscută sub numele de *Therapside*. Acestea au format Megadinastia 2.

Din nefericire pentru *Therapside*, verii lor din subclasa *Diapsida* au evoluat cu o productivitate remarcabilă, în cazul lor către dinozauri (între altele), care, treptat, s-au dovedit prea puternici pentru *Therapside*. Incapabile să concureze de la egal la egal cu aceste creaturi noi și agresive, ele au dispărut în bună parte din peisaj. Doar câteva au evoluat în niște ființe mici, blănoase, care își săpau ascunzișuri în pământ și care, o foarte lungă vreme, au așteptat sub formă de mamifere mici să le vină și lor momentul prielnic. Cel mai mare dintre ele nu creștea mai mult decât o pisică de casă, majoritatea având cam dimensiunile unui șoarece. În cele din urmă, această scamatorie avea să le aducă salvarea, dar până atunci au

trebuit să aștepte 150 de milioane de ani, până când Megadinastia 3, epoca dinozaurilor, s-a sfârșit brusc și a lăsat loc Megadinastiei 4 și propriei noastre ere, a mamiferelor.

Fiecare dintre aceste transformări impresionante, precum și altele mai mici, care au avut loc între ele și după aceea, a depins de acel motor al progresului, a cărui importanță pare de-a dreptul paradoxală, numit dispariție. Este curios faptul că pe Pământ moartea speciilor reprezintă în sensul cel mai literal calea vieții. Nimeni nu știe câte specii de organisme au existat de când a început viața. Deseori, se menționează cifra de treizeci de miliarde, dar numărul a fost mărit până la patru mii de miliarde. Indiferent care ar fi totalul real, 99,99% dintre toate speciile care au existat vreodată nu se mai află astăzi printre noi. După cum îi place să spună lui David Raup de la Universitatea din Chicago: „La o primă aproximare, toate speciile sunt dispărute”. Pentru organismele complexe, durata medie de viață a unei specii este de numai patru milioane de ani – aproximativ vârsta la care ne aflăm noi acum.

Dispariția este întotdeauna o veste proastă pentru victime, firește, dar pare să fie un lucru pozitiv pentru o planetă dinamică. „Alternativa la dispariție este stagnarea”, spune Ian Tattersall de la Muzeul American de Istorie Naturală, „iar stagnarea este rareori un lucru bun în vreun domeniu”. (Probabil că ar trebui să subliniez aici că vorbim despre dispariție ca proces natural pe termen lung. Disparițiile cauzate de nepăsarea umană sunt cu totul altceva.)

Crizele din istoria Pământului sunt invariabil asociate cu salturile dramatice care le urmează. Căderea în dizgrație a faunei din Ediacaran a fost urmată de explozia creatoare a

perioadei cambriene. Extincția ordoviciană de acum 440 de milioane de ani a curățat oceanele de o mulțime de ființe imobile care se hrăneau prin filtrare și, cumva, a creat condițiile care au favorizat peștii înotători și reptilele acvatice gigantice. Acestea, la rândul lor, s-au aflat într-o poziție ideală pentru a trimite coloniști pe pământ uscat atunci când, la sfârșitul perioadei devoniene, viața a fost din nou scuturată serios din temelii de o nouă explozie. Și tot așa s-au întâmplat lucrurile, la intervale îndelungate, în decursul întregii istorii. Dacă aceste evenimente nu s-ar fi petrecut așa cum s-au petrecut și atunci când s-au petrecut, este aproape sigur că noi nu ne-am fi aflat acum aici.

Pământul a trecut prin cinci episoade majore de extincție în viața sa – ordovician, devonian, permian, triasic și cretacic, exact în această ordine –, precum și de altele mai mici. Extincția din ordovician (acum 440 de milioane de ani) și extincția din devonian (acum 365 de milioane de ani) au eliminat fiecare circa 80-85% dintre specii. Extincția din triasic (în urmă cu 210 milioane de ani) și cea din cretacic (acum 65 de milioane de ani) au eliminat fiecare circa 70-75% dintre specii. Dar adevăratul deținător al recordului a fost extincția din permian de acum circa 245 de milioane de ani, care a ridicat cortina asupra lungii epoci a dinozaurilor. În permian, cel puțin 95% dintre animalele care apăreau în istoria fosilelor au părăsit scena pentru a nu mai reveni niciodată. Au dispărut până și aproximativ o treime dintre speciile de insecte – singura situație în care acestea au dispărut în masă. A fost punctul în care ne-am apropiat cel mai tare de anularea definitivă.

„A fost cu adevărat o extincție în masă, un masacru de o amploare cum Pământul nu mai cunoscuse până atunci”, spune Richard Fortey. Evenimentul din permian a fost cu precădere devastator pentru creaturile marine. Trilobiții au pierit cu totul. Moluștele și aricii-de-mare aproape au dispărut. Practic, toate celelalte organisme marine au fost amenințate. La un loc, pe uscat și în mare, se crede că Pământul a pierdut 52% dintre familiile sale – pe marea scară a vieții, acesta este nivelul deasupra genului și dedesubtul ordinului (subiectul următorului capitol) – și poate până la 96% din numărul total de specii. Avea să treacă multă vreme – până la 80 de milioane de ani, după o estimare – înainte ca speciile să revină la dimensiunile normale.

Trebuie să reținem două aspecte; primul, că toate acestea reprezintă numai niște aproximări avizate. Estimările referitoare la numărul de specii de animale aflate în viață la sfârșitul permianului se întind de la un minim de 45.000 până la un maxim de 240.000. Iar dacă nu cunoaștem cu precizie câte specii existau, cu greu putem defini în mod convingător proporțiile extincției. Mai mult, discutăm aici despre moartea speciilor, nu a indivizilor. Pentru indivizi, numărul victimelor ar putea fi mult mai mare – în multe cazuri, până la ultimul. Speciile care au rezistat în următoarea fază a loteriei vieții își datorează aproape cu certitudine existența câtorva supraviețuitori izolați și mutilați.

Între două mari măceluri au existat multe alte episoade de dispariție mai mici și mai puțin cunoscute – episoadele din hemphillian^{*1}, frasnian, famennian^{*2}, rancholabrean^{*3} și vreo duzină de altele asemenea, care nu au fost la fel de devastatoare pentru cifrele totale ale speciilor, dar au afectat

serios anumite populații. Animalele erbivore, inclusiv caii, au fost aproape eliminate în hemphillian, acum circa cinci milioane de ani. Caii au fost reduși la o singură specie, ce apare atât de rar în istoria fosilelor, încât aceasta sugerează că o vreme au agonizat în pragul dispariției. Imaginați-vă istoria umanității fără cai, fără animalele erbivore.

Aproape în fiecare caz, atât în extincțiile majore, cât și în cele moderate, aproape că nu v-ar veni să credeți cât de vagi sunt cunoștințele noastre despre adevăratele cauze. Chiar dacă eliminăm noțiunile de-a dreptul aberante, tot ne rămân mai multe teorii despre ceea ce a provocat episoadele de extincție decât episoadele în sine. Cel puțin douăzeci de potențiali vinovați au fost identificați drept cauze sau factori primi, inclusiv încălzirea globală, răcirea globală, modificarea nivelului mărilor, sărăcirea mărilor de oxigen (stare cunoscută drept anoxie), epidemiile, scurgerile masive de gaz metan de pe fundul oceanic, impacturi ale meteoriților și cometelor, uragane în mișcare de un anumit tip cunoscut ca fiind printre cele mai puternice, enorme explozii vulcanice și explozii solare catastrofale.

Aceasta din urmă reprezintă o posibilitate deosebit de curioasă. Nimeni nu știe până la ce proporții pot ajunge exploziile solare, pentru că noi le observăm numai de la începutul erei spațiale, dar soarele este un motor puternic, iar furtunile sale extreme au o putere enormă prin comparație cu fenomenele cunoscute nouă. O explozie solară obișnuită – una pe care noi nici măcar n-am remarca-o de pe Pământ – poate elibera o energie echivalentă cu un miliard de bombe cu hidrogen și aruncă în spațiu aproximativ o sută de miliarde de tone de particule ucigașe, încărcate cu energie înaltă.

Magnetosfera și atmosfera reușesc în mod normal să arunce aceste particule înapoi în spațiu sau să le devieze către poli (acolo unde produc diafanele aurore ale Pământului), dar se crede că o explozie neobișnuit de mare, să spunem una de o sută de ori mai mare decât o explozie obișnuită, ar avea toate șansele să anihileze etericele noastre mijloace de apărare. Spectacolul de lumini ar fi absolut senzațional, dar ar ucide aproape cu certitudine cea mai mare parte din tot ce s-a scaldat în strălucirea sa. Mai mult, cu fiori pe șira spinării, aflăm de la Bruce Tsurutani de la Jet Propulsion Laboratory, NASA, că „nu ar rămâne nicio urmă în istorie”.

Toate acestea ne lasă, după cum spunea un cercetător, cu „tone de deducții și prea puține dovezi”. Răcirea pare să fie asociată cu cel puțin trei evenimente mari de extincție – din ordovician, devonian și permian –, dar dincolo de aceasta prea puține lucruri sunt acceptate de toată lumea, inclusiv dacă un anume episod s-a petrecut brusc sau treptat. Oamenii de știință nu se pot pune de acord, de exemplu, dacă extincția de la sfârșitul devonianului – evenimentul care a fost urmat de ieșirea vertebratelor pe uscat – s-a petrecut de-a lungul a milioane de ani, a mii de ani sau într-o singură zi neobișnuit de activă.

Unul dintre motivele pentru care este atât de greu să oferim explicații convingătoare pentru extincții e acela că viața la o scară extinsă este extrem de greu de exterminat. Așa cum am putut observa în cazul impactului de la Manson, putem primi o lovitură năucitoare, dar reușim totuși o recuperare deplină, chiar dacă, presupun, oarecum ezitantă. Așadar, de ce, din miile de impacturi pe care le-a suportat Pământul, evenimentul KT de acum 65 de milioane de ani,

care a pus capăt existenței dinozaurilor, a fost cu precădere atât de devastator? Păi, în primul rând, a fost enorm, nu există nicio îndoială. A lovit cu forța a o sută de milioane de megatone. Nu este deloc ușor să ne imaginăm un astfel de impact. După cum sublinia James Lawrence Powell, dacă am detona câte o bombă de dimensiunile celei de la Hiroshima pentru fiecare persoană în viață astăzi, tot ne-ar mai lipsi circa un miliard de bombe pentru a atinge dimensiunile impactului cu KT. Și totuși, s-ar putea ca nici măcar acea bombă, de una singură, să nu fi fost suficientă pentru a șterge de pe fața Pământului 70% dintre toate formele de viață, inclusiv dinozaurii.

Meteoritul KT a avut avantajul suplimentar – avantaj dacă erai mamifer – că a aterizat într-o mare superficială, de numai zece metri adâncime, în unghiul potrivit și într-un loc în care nivelurile de oxigen erau de zece ori mai mari decât în prezent și deci lumea era mai inflamabilă. Și, cel mai important, bazinul mării peste care a căzut era alcătuit dintr-o rocă bogată în sulf. Rezultatul a fost un impact care a transformat practic o arie a fundului oceanic de dimensiunea Belgiei în aerosoli de acid sulfuric. Luni de-a rândul după aceea, pe Pământ au căzut ploi acide suficient de concentrate cât să ardă pielea.

Într-un fel, o întrebare chiar mai importantă decât „Ce anume a șters de pe fața Pământului 70% dintre speciile existente?” este „Cum au supraviețuit restul de 30%?”. De ce acest eveniment a fost atât de iremediabil de devastator pentru fiecare dinozaur existent în parte, în vreme ce alte reptile, precum șerpii sau crocodilii, au trecut prin el nevătămați? Din câte putem spune noi, nicio specie de broască

râioasă, triton, salamandră sau alt amfibian nu a dispărut definitiv în America de Nord. „Cum se face că aceste creaturi atât de delicate au reușit să iasă tefere dintr-un dezastru de asemenea proporții nemaiîntâlnite?”, întreabă Tim Flannery în a sa fascinantă preistorie a Americii, *Eternal Frontier* (*Eterna frontieră*).

Lucrurile au stat cam la fel și în mediul marin. Toți amoniții au dispărut, dar verișoarele lor, nautiloidele, care aveau stiluri de viață similare, au continuat să înoate. Din cadrul planctonului, unele specii au dispărut practic definitiv – de exemplu, 92% dintre foraminifere –, în vreme ce alte organisme, precum diatomeele, alcătuite după o structură similară și trăind alături de acestea, au scăpat nevătămate.

Aceste neconcordanțe sunt greu de explicat. După cum remarca Richard Fortey: „Cumva nu ne satisface ideea de a le numi pur și simplu «norocoase» și să ne oprim aici”. Dacă, așa cum par să indice toate probabilitățile, evenimentul a fost urmat de luni întregi de fum negru și înecăcios, atunci ar fi foarte greu de explicat cum de au supraviețuit multe dintre insectele „norocoase”. „Unele insecte, precum scarabeii, puteau trăi hrănindu-se cu lemn sau cu alte substanțe pe care le găseau la îndemână. Dar ce s-a întâmplat cu cele care zboară în lumina soarelui și au nevoie de polenizare, precum albinele?”, se întreabă Fortey. „Nu ne mai este la fel de ușor să explicăm supraviețuirea lor.”

Și mai presus de toate sunt corali. Coralii au nevoie de alge pentru a supraviețui, algele au nevoie de lumină solară și amândouă au nevoie de temperaturi minime constante. În ultimii câțiva ani s-a făcut o publicitate masivă în jurul problemei dispariției speciilor de corali, ca urmare a

modificării temperaturii apei marine cu numai aproximativ un grad. Dacă sunt atât de vulnerabili la schimbările minore, cum au reușit să supraviețuiască lungii ierni care a urmat impactului?

Există, de asemenea, numeroase variații regionale greu de explicat. Extincțiile par să fi fost mult mai semnificative în emisfera nordică față de cea sudică. În special Noua Zeelandă pare să fi scăpat în bună parte neatinsă, deși nu avea aproape deloc ființe care să trăiască sub pământ. Chiar și vegetația sa a fost protejată, deși dimensiunile conflagrației din alte părți par să indice că devastările au fost globale. Pe scurt, există o mulțime de lucruri pe care nu le știm.

Unele animale pur și simplu au înflorit – inclusiv, deși surprinzător, din nou, țestoasele. După cum remarcă Flannery, perioada imediat următoare dispariției dinozaurilor ar putea fi foarte bine numită Epoca Țestoaselor. În America de Nord au supraviețuit șaisprezece specii și altele trei au luat naștere la puțin timp după aceea.

În mod evident, capacitatea de a trăi confortabil în apă a fost de mare ajutor. Impactul cu KT a eliminat aproape 90% dintre speciile de pe uscat, dar numai 10% dintre cele care trăiau în apă dulce. Evident că apa a oferit protecție împotriva căldurii și incendiilor, dar putem presupune că le-a putut asigura și o sursă mai bogată de hrană în perioada de lipsuri ce a urmat. Toate animalele terestre care au supraviețuit aveau obiceiul să se retragă într-un mediu mai sigur în vreme de pericol, în aer sau sub pământ, ambele medii putându-le oferi un adăpost de încredere în fața ravagiilor de afară. Era clar că animalele care se hrăneau cu resturi se bucurau de un avantaj. Șopârlele erau și sunt în bună parte imune la

bacteriile din cadavrele în descompunere. Mai mult, deseori sunt realmente atrase de ele și, o lungă perioadă, evident că s-au găsit o mulțime de cadavre în putrefacție peste tot.

De multe ori se afirmă în mod eronat că numai animalele mici au supraviețuit evenimentului KT. În realitate, printre supraviețuitori s-au aflat crocodilii, care nu doar că erau mari, dar erau de trei ori mai mari decât astăzi. Dar, în ansamblu, este adevărat că majoritatea supraviețuitorilor erau animăluțe mici, care știau să se ascundă. Într-adevăr, într-o lume întunecată și ostilă, era momentul perfect să fii mic, cu sânge cald, nocturn, cu o dietă flexibilă și prudent din fire – exact calitățile prin care se distingeau strămoșii noștri, mamiferele. Dacă evoluția noastră s-ar fi aflat într-un stadiu mai avansat, probabil că am fi fost măturați de pe suprafața Pământului. În schimb, mamiferele se găseau într-o lume la care erau la fel de bine adaptate ca oricare altă ființă vie.

Nu putem spune că mamiferele s-au îngrămădit să ocupe toate nișele rămase libere. „Este foarte posibil ca evoluția să nu agreeze deloc vidul, dar uneori este nevoie de o vreme îndelungată pentru a-l umple”, scria paleobiologul Steven M. Stanley. Timp îndelungat, poate chiar zece milioane de ani, mamiferele și-au păstrat cu prudență dimensiunile mici. La începutul terțiarului, dacă aveai dimensiunile unui râs, erai rege.

Dar, odată pornite, mamiferele au intrat într-o expansiune prodigioasă, uneori până la niveluri strigătoare la cer. O vreme, au existat cobai de dimensiunile unui rinocer și rinoceri de dimensiunile unei case cu două etaje. Oriunde se găsea un loc liber în lanțul animalelor de pradă, mamiferele s-au ridicat (de multe ori la propriu) ca să-l umple. Membrii

timpurii ai familiei ratonilor au migrat în America de Sud, au descoperit o nișă liberă și au evoluat în animale de dimensiunea și ferocitatea urșilor. Și păsările s-au dezvoltat disproporționat. Milioane de ani, o pasăre carnivoră gigantică nezburătoare, numită *Titanis*, a fost probabil cea mai feroce creatură din America de Nord. A fost cu siguranță cea mai de temut pasăre care a trăit vreodată. Avea 3 m înălțime, cântărea peste 350 kg și avea un cioc care putea smulge capul oricărei vietăți care îndrăznea să o calce pe nervi. Familia sa a supraviețuit de minune vreme de 50 de milioane de ani și totuși noi nu am avut habar de existența ei până la descoperirea unui schelet în Florida, în 1963.

Aceasta ne conduce la un alt motiv al bâjbâielilor noastre legate de extincții: sărăcia urmelor fosile. Am discutat deja despre cât de slabă este posibilitatea transformării în fosilă a oricărui set de oase, dar lucrurile stau încă mai prost decât v-ați putea imagina. Gândiți-vă la dinozauri. Muzeele ne lasă impresia că, la nivel global, fosilele de dinozaur abundă. În realitate, într-o proporție copleșitoare, exponatele muzeale sunt artificiale. Giganticul diplodoc care domină holul de la intrarea în Muzeul de Istorie Naturală din Londra, care a încântat și a informat generații întregi de vizitatori este alcătuit în întregime din mortar – construit în 1903 la Pittsburgh și oferit muzeului de Andrew Carnegie. Holul de la intrarea în Muzeul American de Istorie Naturală din New York este dominat de o imagine și mai măreață: scheletul unui barozaur enorm care își apără puiul de atacul unui alozaur agresiv și dințos. Este un exponat impresionant – barozaurul se ridică până la vreo 9 m către tavanul înalt –, dar, de asemenea, în întregime fals. Fiecare dintre cele câteva sute de

oase din care este alcătuit exponatul este un mulaj. Vizitați aproape orice muzeu celebru de istorie naturală din lume – din Paris, Viena, Frankfurt, Buenos Aires, Ciudad de Mexico –, iar exponatele care vă întâmpină sunt modele vechi, și nu oase străvechi.

Adevărul este că nu știm chiar atât de multe despre dinozauri. Din întreaga eră a dinozaurilor au fost identificate mai puțin de o mie de specii (aproape jumătate dintre ele fiind cunoscute în urma unui specimen unic), ceea ce reprezintă circa un sfert din numărul speciilor de mamifere care trăiesc în prezent. Nu uitați că dinozaurii au dominat Pământul o perioadă de aproape trei ori mai lungă decât mamiferele, așa că fie dinozaurii erau foarte slabi producători de specii, fie noi abia am început să dăm la o parte praful de la suprafață (ca să folosesc un clișeu irezistibil de potrivit în context).

Pentru perioade reprezentând mai multe milioane de ani din era dinozaurilor nu s-a găsit încă nicio singură fosilă. Chiar și pentru perioada cretacului superior – perioada preistorică cel mai intens studiată, grație longevivului nostru interes față de dinozauri și dispariția lor – este posibil ca trei pătrimi din totalul speciilor care au trăit să fie încă nedescoperite. Este foarte posibil ca Pământul să fi vuit de mii de animale mai masive decât diplodocii și mai agresive decât tiranozaurii, iar noi să nu avem habar. Până foarte de curând, tot ce știam despre dinozaurii din această perioadă provenea de la circa trei sute de specimene, reprezentând numai șaisprezece specii. Lipsa dovezilor a dus la formarea unei convingeri foarte răspândite, potrivit căreia dinozaurii erau deja pe cale de dispariție la momentul impactului cu KT.

La sfârșitul anilor 1980, un paleontolog de la Muzeul Public Milwaukee, Peter Sheehan, a decis să desfășoare un experiment. Cu ajutorul a două sute de voluntari, a făcut o cercetare minuțioasă a unei zone bine definite, dar și bine alese din celebra Formațiune Hell Creek din Montana. Printr-o filtrare meticuloasă, voluntarii au adunat fiecare dinte, vertebră și fărâmiță de os, tot ce fusese trecut cu vederea de săpătorii anteriori. Efortul a durat trei ani. La final, și-au dat seama că triplaseră numărul de fosile de dinozauri de la sfârșitul cretacului de pe întreaga planetă. Studiul a dovedit că dinozaurii au existat în număr mare până la momentul impactului cu KT. „Nu avem niciun motiv să credem că dinozaurii se stingeau treptat pe parcursul ultimelor trei milioane de ani ai cretacului”, a declarat Sheehan.

Suntem atât de familiarizați cu noțiunea propriei noastre inevitabilități drept specie dominantă a ciclului vieții, încât ne vine greu să înțelegem că ne aflăm aici doar pentru că au avut loc, la timp, unele ciocniri extraterestre și alte fericite întâmplări complet aleatorii. Singurul lucru pe care-l avem în comun cu toate celelalte ființe vii este acela că, vreme de aproape patru miliarde de ani, strămoșii noștri au reușit să se strecoare printr-o serie de uși ce se închideau în spatele nostru de fiecare dată când era nevoie. Stephen Jay Gould a exprimat succint această idee într-o frază celebră: „Oamenii sunt astăzi aici pentru că exact linia noastră de descendență nu s-a fracturat niciodată – nici măcar o dată în niciunul dintre miliardele de puncte de cotitură în care am fi putut fi șterși din istorie”.

Am început acest capitol cu trei aspecte: viața vrea să existe; nu întotdeauna viața aspiră la prea mult; din când în

când, viața se stinge. La acestea mai putem adăuga un al patrulea: viața continuă. Și, de multe ori, după cum vom vedea, continuă sub forme de-a dreptul uluitoare.

*1 Vârstă nord-americană, între 9 și 4,75 de milioane de ani în urmă (pliocenul inferior) (n.tr.).

*2 Vârste ale devonianului superior (n.tr.).

*3 Vârstă nord-americană, între 0,3 și 0,011 milioane de ani în urmă (pleistocenul superior) (n.tr.).

Capitolul 23

Bogăția existenței

În Muzeul de Istorie Naturală din Londra, pe ici, pe colo, construite prin cotloane de-a lungul coridoarelor prost luminate sau între vitrinele de sticlă cu minerale și ouă de struț și vreun secol și ceva de talmeș-balmeș productiv de toate felurile, există uși secrete – secrete cel puțin în sensul că nu atrag în niciun fel ochiul vizitatorului. Întâmplător, s-ar putea să observați vreo persoană cu un aer distras și părul vâlvoi, semnele distinctive ale oamenilor de știință, ivindu-se pe una dintre aceste uși și pornind grăbită pe un coridor, probabil pentru a dispărea pe o altă ușă, ceva mai încolo, dar acesta este un eveniment destul de rar. În cea mai mare parte a timpului, ușile stau închise; nimic nu lasă să se vadă că dincolo de ele există un alt Muzeu de Istorie Naturală, paralel, la fel de vast și, sub multe aspecte, mai minunat decât cel pe care îl cunoaște și-l adoră publicul.

Muzeul de Istorie Naturală conține aproximativ șaptezeci de milioane de obiecte acoperind toate sferele vieții, din toate colțurile planetei, colecție la care se adaugă în fiecare an alte circa o sută de mii de exponate, dar abia în spatele ușilor închise începi să înțelegi cu adevărat ce casă a comorilor se află aici. În dulapuri și cabinete, în camere lungi, înțesate de

rafturi umplute până la refuz, sunt păstrate zeci de mii de animale conservate în recipiente de sticlă, milioane de insecte prinse cu ace pe panouri, sertare întregi cu moluște strălucitoare, oase de dinozauri, cranii ale oamenilor timpurii, dosare nesfârșite de plante presate cu grijă. Seamănă un pic cu o plimbare prin creierul lui Darwin. Camera de conservare în alcool conține, ea singură, peste 20 km de rafturi pline, borcan după borcan, cu animale conservate în alcool metilic.

Aici, în spate, se află speciemenele adunate de Joseph Banks în Australia, Alexander von Humboldt în Amazonia, Darwin în călătoria pe *Beagle* și multe altele, care sunt fie rare, fie de importanță istorică, fie și una, și alta. Mulți ar fi încântați să pună mâna pe aceste exponate. Câțiva chiar au reușit. În 1954, muzeul a primit o fabuloasă colecție ornitologică aflată în proprietatea unui pasionat colecționar pe nume Richard Meinertzhagen, autorul cărții *Birds of Arabia (Păsările Arabiei)*, între alte lucrări academice. Meinertzhagen fusese un pasionat vizitator al muzeului ani de-a rândul, venind aproape în fiecare zi să-și ia notițe pentru lucrările și monografiile sale. Când au sosit cuferele, muzeografi le-au deschis plini de încântare ca să vadă ce primiseră și au descoperit cu surprindere, ca să nu spun mai mult, că un mare număr de specimene purtau chiar etichetele muzeului. S-a dovedit că domnul Meinertzhagen se servise din colecțiile lor ani de-a rândul. Aceasta explica obiceiul său de a purta o haină largă pe deasupra, chiar pe vremea cea mai călduroasă.

Câțiva ani mai târziu, un încântător domn în vârstă, vizitator asiduu al departamentului de moluște – „un domn foarte distins”, după câte mi s-a spus –, a fost prins strecurând

cochilii valoroase în picioarele goale pe dinăuntru ale cadrului său de mers.

— Îmi imaginez că nu există lucrușor de aici pe care cineva, undeva, să nu și-l dorească cu ardoare, mi-a spus Richard Fortey cu un aer preocupat, în timp ce mă însoțea într-un tur al seducătoarei lumi pe care o formează partea „din spatele scenei”.

Am rătăcit printr-un labirint de departamente în care oamenii stăteau la mese enorme, adânciți în cercetări atente pe artropode, pe frunze de palmier și prin cutii cu oase îngălbenite. Peste tot plutea un aer de migală tihnită, aerul oamenilor angajați într-o sarcină titanică, imposibil de încheiat vreodată și care nu poate fi zorită. În 1967, din câte am citit, muzeul și-a prezentat raportul asupra Expediției John Murray, un studiu efectuat în Oceanul Indian, la patruzeci și patru de ani după încheierea expediției ca atare. Este o lume în care toate lucrurile se mișcă în ritmul lor propriu, inclusiv un lift minuscul, în care eu și Fortey am urcat alături de un domn în vârstă, cu un aer savant, cu care Fortey a schimbat impresii pe un ton familiar și spiritual, pe măsură ce urcam cu aceeași viteză cu care se depun straturile sedimentare.

După ce bărbatul a coborât, Fortey mi-a spus:

— Este un domn foarte drăguț, pe nume Norman, care și-a petrecut patruzeci și doi de ani studiind o specie de plante, sunătoarea. S-a pensionat în 1989, dar încă ne vizitează în fiecare săptămână.

— Cum se poate să-ți petreci patruzeci și doi de ani studiind o singură specie de plante? am întrebat eu.

— Remarcabil, nu-i așa? a fost de acord Fortey, apoi s-a gândit un moment. Probabil este foarte minuțios.

Ușa liftului s-a deschis către o ieșire zidită cu cărămidă. Fortey a părut contrariat.

— Foarte ciudat, a spus el. Aici era înainte departamentul de botanică.

A apăsât pe butonul de la un alt etaj, după care ne-am croit drum cu încetinitorul către departamentul de botanică, folosindu-ne de scările din dos și strecurându-ne discret și ilicit prin alte departamente, în care cercetătorii se aplecau cu dragoste asupra unor obiecte cândva vii. Și astfel le-am fost prezentat lui Len Ellis și tăcutei lumi a briofitelor – mușchii de pădure pentru noi, muritorii de rând.

Când Emerson observa poetic că mușchii favorizează părțile dinspre nord ale copacilor („Mușchiul de pe trunchiul de copac era o stea a nordului atunci când cerul era întunecat”), se referea de fapt la licheni, pentru că în secolul al XIX-lea nu se făcea distincția între mușchi și licheni. Adevărații mușchi nu sunt de fapt deloc pretențioși în privința locului în care cresc, prin urmare nu au nicio valoare pe post de busole naturale. De fapt, mușchii în general nu sunt buni la nimic. „Cred că nu există alt grup de plante atât de mare și cu atât de puține întrebuințări de natură comercială sau economică precum mușchii”, scria Henry S. Conard, poate cu o notă de tristețe, în cartea *How to Know the Mosses and the Liverworts* (*Cum să cunoaștem mușchii și mușchii hepatici*), publicată în 1956 și prezentă încă pe rafturile a numeroase librării, fiind aproape unica tentativă de a populariza acest subiect.

Cu toate acestea, sunt prolifici. Chiar și după excluderea lichenilor, briofitele rămân o grupare suprapopulată, cu peste

zece mii de specii cuprinse în aproximativ șapte sute de genuri. Masiva și impunătoare *Moss Flora of Britain and Ireland* (*Flora mușchilor în Marea Britanie și Irlanda*) de A.J.E. Smith se întinde pe șapte sute de pagini, iar Marea Britanie și Irlanda sunt departe de a se remarca prin abundența zonelor ocupate de mușchi.

— Adevărata diversitate o întâlnești la tropice, mi-a spus Len Ellis, un bărbat tăcut și slăbuț, care lucra la Muzeul de Istorie Naturală de douăzeci și șapte de ani și era custodele acestui departament din 1990. Poți să te plimbi într-un loc precum pădurile tropicale umede din Malaysia și să descoperi destul de ușor varietăți noi. Mi s-a întâmplat chiar mie acest lucru, nu cu mult timp în urmă. Am privit în jos și am dat peste o specie care nu a fost niciodată înregistrată.

— Așadar, habar nu avem câte specii mai așteaptă să fie descoperite?

— O, nu, nu avem nicio idee.

S-ar putea să nu vă vină să credeți că există în lume atâția oameni gata să își închine viețile studiului a ceva iremediabil condamnat la insignifianță, dar, în realitate, oamenii mușchilor numără câteva sute și chiar își apără cu ardoare obiectul muncii.

— A, da, mi-a spus Ellis, întâlnirile pot deveni chiar aprinse uneori.

I-am cerut să-mi dea un exemplu de controversă.

— Păi, iată una care a fost pornită de unul dintre concetățenii dumneavoastră, mi-a replicat el cu o urmă de zâmbet și a deschis un compendiu voluminos, ce conținea ilustrații cu mușchi a căror unică trăsătură cu adevărat notabilă pentru un ochi de necunoscător era izbitoarea

asemănare dintre ei. Acesta, a continuat el lovind cu degetul ilustrația unui mușchi, era înainte de un singur gen, *Drepanocladus*. Acum a fost regrupat în trei: *Drepanocladus*, *Warnstorfia* și *Hamatacoulis*.

— Și de aici s-a ajuns la lovituri? am întrebat eu cu o urmă de speranță.

— Păi, de fapt era logic. Era perfect logic. Dar presupunea o enormă muncă de reorganizare a colecțiilor și, un timp, toate cărțile deveneau învechite și inexacte, așa că vă imaginați că au apărut și câteva mormăieli de protest.

Și mușchii au misterele lor, mi-a spus el. Un caz faimos – sau cel puțin faimos pentru oamenii mușchilor – se referea la un tip vechi, numit *Hyophila stanfordensis*, care fusese descoperit în campusul Universității Stanford din California, iar mai târziu a fost găsit crescând și pe marginea unei cărări din Cornwall, dar nicăieri între aceste două puncte. Nu putem decât să ghicim cum a ajuns să existe în două locuri atât de îndepărtate.

— Acum este cunoscut drept *Hennediella stanfordensis*, mi-a spus Ellis. Încă o revizie.

Am clătinat amândoi din cap, gânditori.

Când se descoperă un nou mușchi, cercetătorii trebuie să îl compare cu toți ceilalți existenți, pentru a fi siguri că nu a fost deja înregistrat. Apoi trebuie alcătuită o descriere oficială, cu ilustrații adecvate, iar rezultatele trebuie publicate într-o revistă respectabilă. Rareori procesul durează mai puțin de șase luni. Secolul XX nu a fost o epocă tocmai măreață pentru taxonomia mușchilor. O bună parte din eforturile acestui secol au fost închinată descâlcirii confuziilor și suprapunerilor lăsate în urmă de secolul al XIX-lea.

Aceea a fost epoca de aur a colecționării mușchilor. (Poate vă mai amintiți că tatăl lui Charles Lyell a fost un mare om al mușchilor.) Un englez cu un nume cum nu se poate mai potrivit, George Hunt („vânătoare”), a vânat mușchii din Marea Britanie cu atâta asiduitate, încât este foarte probabil să fi contribuit la dispariția mai multor specii. Dar grație acestui soi de efort colecția lui Len Ellis este una dintre cele mai cuprinzătoare din lume. Toate cele 780.000 de specimene sunt presate între foi mari, împăturite de hârtie groasă; unele dintre acestea sunt foarte vechi și acoperite cu o scriitură fină, victoriană. Se prea poate ca unele să fi trecut prin mâinile lui Robert Brown, marele botanist victorian, descoperitorul mișcării browniene și al nucleului celulei, cel care a fondat și a condus departamentul de botanică al muzeului în primii săi 31 de ani de existență, până la moartea botanistului în 1858. Toate specimenele sunt păstrate în vechi cabinete de mahon lustruit, de o finețe atât de uimitoare, încât mi-au atras atenția.

— A, acelea i-au aparținut lui Sir Joseph Banks, sunt din casa lui din Soho Square, mi-a spus Ellis în treacăt, de parcă ar fi comentat o achiziție recentă de la Ikea. A pus să fie construite pentru a-și păstra specimenele din călătoria pe *Endeavour*.

A privit cabinetele cu atenție, ca și cum nu ar mai fi făcut-o de foarte multă vreme.

— Nici nu știu cum au ajuns la noi, la briologie, a adăugat el.

Dezvăluirea era extraordinară. Joseph Banks a fost cel mai mare botanist al Angliei, iar călătoria pe *Endeavour* – adică aceea în care căpitanul Cook a marcat tranzitul din 1769 al lui

Venus și a revendicat Australia în numele Coroanei, printre destul de multe altele – a fost cea mai mare expediție botanică din istorie. Banks a plătit zece mii de lire sterline, circa șase sute de mii de lire în banii de astăzi, ca să se îmbarce pe sine și un grup de nouă însoțitori – un naturalist, un secretar, trei desenatori și patru servitori – în aventura de trei ani în jurul lumii. Mare mister cum s-a descurcat atât de francul căpitan Cook cu această pretențioasă și simandicoasă adunare, dar se pare că l-a simpatizat pe Banks destul de mult și că a nutrit cea mai vie admirație pentru talentul acestuia la botanică – sentiment împărtășit, de altfel, de posteritate.

Nici înainte, nici de atunci încoace nu s-a mai bucurat vreo echipă de botaniști de asemenea mărețe triumfuri. În parte, aceasta se datorează faptului că expediția s-a oprit în foarte multe locuri noi sau prea puțin cunoscute – Țara de Foc, Tahiti, Noua Zeelandă, Australia, Noua Guinee –, dar în mare parte și faptului că Banks era un colecționar nespus de șiret și de inventiv. Chiar și când nu avea posibilitatea să coboare la mal, ca la Rio de Janeiro, din cauza unei carantine, a cercetat meticulos prin balotul de nutreț trimis ca hrană pentru animalele de pe navă și a făcut noi descoperiri. Se pare că nimic nu scăpa atenției sale. A adus înapoi un total de 30.000 de specimene de plante, între care 1.400 nemaivăzute până atunci – atât de multe, încât numărul de plante cunoscute în lume a crescut cu circa un sfert.

Dar marea pradă a lui Banks a reprezentat doar o parte din inventarul total a ceea ce a fost o epocă strângătoare până la limita absurdului. Colecționarea plantelor devenise în secolul al XVIII-lea un fel de manie internațională. Averi și glorie, deopotrivă, îi așteptau pe cei care găseau specii noi, așa că

botaniștii și aventurierii au mers până în pânzele albe pentru a satisface pofta lumii de noutăți în horticultură. Thomas Nuttall, omul care a dat numele glicinelor (*wistaria*) după Caspar Wistar, a ajuns în Statele Unite ca tipograf fără multă școală, dar și-a descoperit pasiunea pentru plante și a străbătut înainte și înapoi jumătate de țară, adunând sute de plante nemaivăzute până atunci. John Fraser, după care este numită specia de brad *Abies fraseri*, specifică sud-estului Munților Apalași, a stat ani buni în sălbăticie, colecționând plante în numele Ecaterinei cea Mare și a reapărut într-un târziu, doar ca să descopere că Rusia avea un nou țar, care îl credea nebun și care a refuzat să îi onoreze contractul. Fraser și-a dus întregul arsenal în Chelsea, unde a deschis o pepinieră și și-a câștigat un trai frumușel vânzând rododendroni, azalee, magnolii, viță canadiană și alte plante exotice din colonii încântatei mici nobilimi engleze.

Descoperirile potrivite puteau aduce sume enorme de bani. John Lyon, un botanist amator, a petrecut doi ani grei și periculoși colecționând specimene, dar eforturile i-au fost răsplătite cu aproape 125.000 de lire sterline în banii de astăzi. Însă mulți au făcut-o doar din pasiune pentru botanică. Nuttall a oferit aproape tot ce a descoperit Grădinii Botanice din Liverpool. În cele din urmă, a ajuns directorul Grădinii Botanice de la Harvard și autorul enciclopediei *Genera of North American Plants* (*Genurile plantelor nord-americe*) (pe care nu numai că a scris-o, dar, în bună parte, a și cules-o pentru tipar).

Și aceasta numai în ce privește plantele. Venea apoi întreaga faună a lumilor noi – canguri, kiwi, ratoni, râsul roșu, țânțari și alte forme de o ciudățenie fără egal. Volumul vieții

pe Pământ părea să fie infinit, după cum scria Jonathan Swift într-o strofă celebră:

Naturaliști, vedeți dar puricele
Vânat e de alții mai mici;
Pe care îi mușcă alții și mai mici
Și tot așa la infinit coboară.

Toate aceste informații noi trebuiau îndosariate, ordonate și comparate cu ceea ce se știa deja. Lumea avea o nevoie disperată de un sistem de clasificare funcțional. Din fericire, în Suedia exista un om gata să-l ofere.

Numele său era Carl Linné (devenit mai târziu, cu aprobare, mai aristocraticul *von* Linné), dar în prezent este cunoscut cu numele său latinizat, Carolus Linnaeus. S-a născut în 1707 în sătucul Råshult din sudul Suediei, fiul unui preot luteran sărac, dar ambițios; era un elev atât de leneș, încât tatăl său, exasperat, l-a dat ucenic (sau, potrivit altor relatări, aproape că l-a dat ucenic) la un cizmar. Speriat de perspectiva de a-și petrece întreaga viață înfigând ținte în piele, tânărul Linné a implorat să i se mai dea o șansă, care i-a fost acordată; din acel moment, nu s-a mai sustras niciodată excelenței academice. A studiat medicina în Suedia și Olanda, dar mai apoi și-a descoperit pasiunea pentru lumea naturală. La începutul anilor 1730, înainte de a împlini treizeci de ani, a început să compileze cataloage cu speciile de plante și animale ale lumii, folosind un sistem proiectat de el, și faima i-a crescut treptat.

Puțini oameni în istorie și-au trăit cu atâta relaxare propria măreție. Își petrecea o mare parte a timpului liber creionând

autoportrete lungi și măgulitoare, declarând că n-a mai fost vreodată „un zoolog sau botanist mai mare” și că sistemul său de clasificare era „cea mai măreață realizare în domeniul științei”. A sugerat cu modestie ca piatra sa funerară să poarte inscripția *Princeps Botanicorum*, „prințul botanicii”. Și nu era deloc înțelept să-i fie puse la îndoială generoasele autoevaluări. Cei care au îndrăznit au avut surpriza să descopere că apăruseră buruieni botezate cu numele lor.

Cealaltă calitate izbitoare a lui Linnaeus era preocuparea constantă – pe alocuri, am putea spune chiar febrilă – pentru sex. Era în mod deosebit atras de asemănarea dintre anumite moluște bivalve și organele de reproducere feminine. A denumit părțile unei specii de scoici astfel: „vulvă”, „labie”, „pubis”, „anus” și „himen”. A grupat plantele în funcție de natura organelor lor reproducătoare și le-a înzestrat cu o lascivitate antropomorfică stupefiantă. Descrierile florilor și ale comportamentului lor sunt pline de referințe la „contacte promiscue”, la „concubine sterpe” și la „paturi nuptiale”. Primăvara, scria el într-un pasaj citat frecvent,

dragostea coboară până și asupra acestor plante. Masculi și femele... se prind în jocul nupțial... arătându-și organele sexuale bărbătești sau femeiești. Frunzele florilor servesc drept pat nupțial, atât de glorios aranjat de Creator, împodobit cu perdele nobile și parfumat cu atâtea arome dulci, încât mirele și a sa mireasă își pot celebra unirea cu o măreață solemnitate. După ce patul a fost astfel pregătit, vine momentul ca mirele să își îmbrățișeze iubita mireasă și să se lase în voia ei.

A numit un gen de plante *Clitoria*. Nu e o surpriză că mulți l-au considerat ciudat. Dar sistemul său de clasificare era irezistibil. Înainte de Linnaeus, plantele primeau nume reprezentând descrieri generoase. Cireașa obișnuită era numită *Physalis amno ramosissime ramis angulosis glabris foliis dentoserratis*. Linnaeus i-a scurtat codițele până la *Physalis angulata*, nume folosit și astăzi. Lumea plantelor era un talmeș-balmeș provocat de inconsecvența denumirilor. Un botanist nu putea ști sigur dacă *Rosa sylvestris alba cum rubore, folio glabro* era aceeași plantă pe care alții o numeau *Rosa sylvestris inodora seu canina*. Linnaeus a rezolvat ghicitoarea numind-o simplu *Rosa canina*. Pentru ca aceste prescurtări să fie folositoare și pe gustul tuturor, era nevoie de ceva mai mult decât de hotărâre. Era nevoie de un instinct – ba chiar de un geniu – pentru a alege exact calitățile cele mai relevante ale unei specii.

Sistemul linnaean este atât de bine înrădăcinat, încât astăzi cu greu ne putem imagina o alternativă, dar înainte de Linnaeus sistemele de clasificare erau de multe ori aleatorii. Animalele erau împărțite în sălbatice sau domestice, terestre sau acvatic, mari sau mici ori chiar, după opinia generală despre ele, frumoase și nobile sau nesemnificative. Buffon și-a aranjat animalele în funcție de utilitatea lor pentru om. Considerentele anatomice abia dacă intrau în discuție. Linnaeus și-a făcut o misiune în viață din corectarea acestei deficiențe, clasificând toate viețuitoarele în funcție de atributele lor fizice. Iar taxonomia – adică știința clasificării – nu a mai privit nicio clipă înapoi.

Firește că a durat destul de mult. Prima ediție a mării sale lucrări *Systema Naturae* din 1735 avea numai paisprezece

pagini. Dar a tot crescut, până când a douăsprezecea sa ediție – ultima pe care Linnaeus avea să apuce să o vadă – se întindea pe trei volume și 2.300 de pagini. Până la final, a numit și a înregistrat circa 13.000 de specii de plante și animale. Existau și alte lucrări, mai cuprinzătoare – *Historia Generalis Plantarum*, în trei volume, a lui John Ray în Anglia, încheiată cu o generație mai devreme, ajungea până la 18.625 de specii numai de plante –, dar lucrurile de care dădea dovadă Linnaeus, și nimeni altcineva nu-l putea concura, erau consecvența, ordinea, simplitatea și cronologia. Deși lucrarea sa datează din anii 1730, nu a devenit cunoscută pe scară largă în Anglia decât prin anii 1760, la momentul potrivit pentru a-l transforma pe Linnaeus într-un fel de părinte fondator pentru naturaliștii englezi. Și nicăieri altundeva în lume sistemul său nu a fost adoptat cu mai mare entuziasm decât în Anglia (motiv pentru care, de exemplu, Linnaean Society își are sediul la Londra, nu la Stockholm).

Nici Linnaeus nu era fără cusur. A făcut loc în clasificările sale unor creaturi mitice și unor „oameni monstruoși”, acceptând cu naivitate descrieri din partea unor marinari și a altor călători cu imaginație. Printre aceștia se găseau un om sălbatic, *Homo ferus*, care mergea pe toate cele patru membre și încă nu deprinsese arta vorbirii, și un *Homo caudatus*, „omul cu coadă”. Dar să nu uităm că ne aflăm într-o epocă mult mai credulă. Până și marele Joseph Banks a arătat un sincer și viu interes față de o serie de apariții ale unor sirene, după cum se spunea, în largul coastei scoțiene, la sfârșitul secolului al XVIII-lea. Însă în marea lor majoritate scăpările lui Linnaeus au fost compensate de solida și de multe ori geniala sa taxonomie. Între alte reușite, el și-a dat seama că

balenele aparțin, alături de vaci, șoareci și alte animale terestre cunoscute, ordinului patrupedelor (denumit mai târziu al mamiferelor), ceea ce nu mai observase nimeni până la el.

La început, Linnaeus avusese intenția să îi dea fiecărei plante doar numele genului și un număr – *Convolvulus 1*, *Convolvulus 2* și tot așa –, dar și-a dat repede seama că nu era suficient și a abordat gruparea cu două nume, care rămâne esența sistemului până în ziua de azi. Intenția inițială era aceea de a aplica sistemul binom tuturor categoriilor – roci, minerale, boli, vânturi, orice există în natură. Însă nu toată lumea a primit sistemul cu aceeași căldură. Mulți s-au simțit încurcați de înclinația sa spre indecență, lucru oarecum ironic, având în vedere că, încă dinainte de Linnaeus, numele populare a numeroase plante și animale erau de-a dreptul grosolane. Păpădia era cunoscută popular sub numele de *curu-găinii*, iar printre denumirile populare regăsim *bășina-porcului*, *țâța-vacii* și altele asemenea. Multe dintre aceste apelative plastice și foarte exacte se regăsesc încă în limbajul popular curent. De exemplu, denumirea populară de „părul-fecioarei” pentru *Fissidens adianthoides*, o specie de mușchi, nu se referă la părul de pe capul fecioarei. În orice caz, exista de mult sentimentul că științele naturale și-ar spori apreciabil demnitatea dacă s-ar introduce o doză de spirit clasic în denumirile folosite, prin urmare unii au resimțit o oarecare dezamăgire când au descoperit că autoîncoronatul Prinț al Botanicii își condimentase textele cu denumiri precum *Clitoria*, *Fornicata* și *Vulva*.

De-a lungul anilor, s-a renunțat la multe dintre acestea fără mult tam-tam (deși nu complet: există încă o specie de melci

care răspunde oficial la numele de *Crepidula fornicata*) și s-au operat numeroase alte distincții, mai subtile, pe măsură ce nevoile științelor naturale au devenit tot mai specializate. Mai exact, sistemul a fost consolidat prin introducerea treptată a unor ierarhii suplimentare. *Genul* și *specia* fuseseră folosite de naturaliști cu peste o sută de ani înainte de Linnaeus, iar *ordin*, *clasă* și *familie* au intrat în uz cu sensul din biologie în anii 1750 și 1760. Termenul „filum” a fost găsit abia în 1876 (de germanul Ernst Haeckel), iar „familie” și „ordin” au fost considerate sinonime până la începutul secolului XX. O vreme, zoologii au folosit cuvântul „familie” acolo unde botaniștii foloseau „ordin”, creând adesea o confuzie generală^{*1}.

Linnaeus împărțise lumea animală în șase categorii: mamifere, reptile, păsări, pești, insecte și „vermine” sau viermi pentru tot ce nu se încadra în primele cinci. Era evident încă de la început că includerea homarilor și a creveților în aceeași categorie cu viermii era nepotrivită, prin urmare au fost create noi categorii, precum moluștele și crustaceele. Din nefericire, aceste noi clasificări nu au fost aplicate uniform de toate țările. Într-o încercare de a reinstaura ordinea, în 1842 britanicii au proclamat un nou set de reguli numit Codul Stricklandian, dar francezii au văzut în aceasta o dovadă de îngâmfare, așa că La Société Zoologique a contraatacat cu propriul cod. În acest timp, Societatea Ornitologică Americană, din motive neelucidate, a decis să folosească ediția din 1758 a lucrării *Systema Naturae* ca bază pentru stabilirea numelor, în locul ediției din 1766, folosită de restul lumii, ceea ce a însemnat că numeroase păsări americane și-au petrecut secolul al XIX-lea înscrise în genuri diferite față de verișoarele lor înaripate din Europa. Abia în

1902, la una dintre primele întâlniri ale Congresului Internațional de Zoologie, naturaliștii au început să dea dovadă, în sfârșit, de un pic de maleabilitate și să adopte un cod universal.

Taxonomia este descrisă uneori drept știință, iar alteori drept artă; în realitate, e un câmp de bătălie. Chiar și în prezent, sistemul este dominat de o dezordine mult mai mare decât își închipuie cineva. Să luăm categoria filum, diviziunea care descrie structura de bază a organismului. Câteva filumuri sunt în general bine cunoscute, cum ar fi moluștele (care adăpostesc scoicile și melcii), artropodele (insectele și crustaceele), cordatele (noi și toate celelalte animale cu coloană vertebrală sau protocoloană); de aici, lucrurile virează brusc în obscuritate. Din zona obscură am putea enumera gnathostomulida (viermii marini), cnidaria (celenteratele – moluștele, meduzele, anemonele și corali) și priapulida (sau micuții „viermi penis”). Familiare sau nu, aceste diviziuni sunt elementare. Și totuși, oricât de surprinzător ar părea, în privința numărului de filumuri care există sau care ar trebui să existe, suntem departe de a avea un consens. Majoritatea biologilor plasează totalul în jur de treizeci, alții însă optează pentru o cifră mai mică, puțin peste douăzeci, în vreme ce Edward O. Wilson, în *The Diversity of Life (Diversitatea vieții)*, plasează numărul la un neașteptat de consistent optzeci și nouă. Depinde unde te decizi să faci diviziunile – dacă ești un „calupist” sau un „despicător”, după cum se spune pe aici, în lumea biologilor.

La nivelul mai prozaic al speciilor, posibilitățile de neconcordanță sunt chiar mai mari. Dacă o specie de iarbă ar

trebui numită *Aegilops incurva*, *Aegilops incurvata* sau *Aegilops ovata* s-ar putea să nu reprezinte un motiv de înflăcărare pentru prea mulți nonbiologi, dar în cercurile potrivite poate deveni sursa unor dezbateri aprinse. Problema este că există cinci mii de specii de iarbă și multe seamănă teribil între ele, chiar și pentru oamenii care se pricep la iarbă. În consecință, unele specii au fost descoperite și numite de cel puțin douăzeci de ori și se pare că nu există specie care să nu fi fost identificată și denumită de cel puțin două ori separat. *Manualul ierburilor din Statele Unite*, în două volume, acordă două sute de pagini culese mărunț clarificării tuturor sinonimiilor, după cum își numește lumea biologiei suprapunerile accidentale, dar destul de frecvente. Și aceasta numai pentru ierburile dintr-o singură țară.

Pentru a se ocupa de discordanțele la nivel global, un organism cunoscut sub numele de Asociația Internațională pentru Taxonomia Plantelor arbitrează problemele legate de priorități și de suprapuneri. Din când în când, Asociația emite decrete, declarând că *Zauschneria californica* (o plantă frecventă în grădinile pietruite) va fi cunoscută de acum înainte drept *Epilobium canum* sau că *Aglaothamnion tenuissimum* poate fi acum privită ca una și aceeași specie cu *Aglaothamnion byssoides*, dar nu cu *Aglaothamnion pseudobyssoides*. În mod normal, toate acestea reprezintă mici chestiuni de bucătărie internă, dar dacă afectează cumva iubitele plante de grădină, cum se întâmplă uneori, inevitabil provoacă țipete de indignare. La sfârșitul anilor 1980, crizantema comună a fost gonită din genul cu același nume și realocată genului *Dendranthema*, o lume nedemnă și

indezirabilă prin comparație, chiar dacă pe baza unor rațiuni științifice justificate.

Crescătorii de crizanteme, care alcătuiesc o tagmă numeroasă și mândră de activitatea lor, au protestat în fața Comitetului pentru Spermatofite, care, oricât de neverosimil ar părea, chiar există. (Există, de asemenea, comitete pentru pteridofite, briofite și fungi, printre altele, și toate răspund în fața unui organism executiv numit Rapporteur-Général; iar aceasta este o instituție demnă de toată considerația.) Deși se presupune că regulile nomenclaturii sunt aplicate cu strictețe, botaniștii nu sunt indiferenți la sentimente, așa că în 1995 decizia a fost revocată. Adjudecări similare au salvat petuniile, vonicerul (familia Evonymus) și o specie foarte răspândită de crin de cameră de la strămutare, dar nu și numeroase specii de mușcate, care în urmă cu câțiva ani au fost transferate, în ciuda strigătelor mânioase de protest, în genul *Pelargonium*. Disputele sunt urmărite cu amuzament în lucrarea lui Charles Elliott *The Potting-Shed Papers* (*Magazia grădinarului*).

Dispute și reorganizări asemănătoare se pot regăsi cam în toate domeniile vieții, prin urmare, menținerea unei socoteli unitare nu e o chestiune nici pe departe atât de simplă precum v-ați imagina. În consecință, ne aflăm în situația oarecum surprinzătoare de a nu avea nici cea mai vagă idee – „nici măcar la o scară de mărime cât de cât apropiată”, după cum spune Edward O. Wilson – despre numărul de viețuitoare care trăiesc pe planeta noastră. Estimările se încadrează între trei milioane și două sute de milioane. Potrivit unei relatări din *The Economist*, s-ar putea ca până la 97% dintre speciile de plante și animale ale planetei să nu fi fost încă descoperite, ceea ce este și mai extraordinar.

Chiar și organismele a căror existență o cunoaștem sunt în proporție de 99% descrise foarte sumar – „un nume științific, câteva specimene într-un muzeu și câteva tentative de descriere prin publicațiile științifice”: iată cum caracterizează Wilson stadiul cunoștințelor noastre. În *The Diversity of Life*, el estimează numărul speciilor cunoscute de toate tipurile – plante, insecte, microbi, alge, totul – la 1,4 milioane, dar adaugă că este doar o aproximare. Alți specialiști au plasat numărul speciilor cunoscute puțin mai sus, între 1,5 milioane și 1,8 milioane, dar nu există o contabilizare centralizată a acestor lucruri, prin urmare nu le putem verifica nicăieri. Pe scurt, ne aflăm în postura remarcabilă de a nu ști exact ce știm.

În principiu, ar trebui să putem face următorul lucru: mergem la un specialist din fiecare domeniu și îl întrebăm câte specii există în domeniul său, apoi adunăm cifrele obținute. Mulți chiar au încercat să facă asta. Problema este că rareori s-au găsit doi care să ajungă în final la aceleași cifre. Unele surse plasează numărul ciupercilor cunoscute la 70.000, altele la 100.000 – cu aproape jumătate mai mult. Veți găsi opinii ferme potrivit cărora numărul speciilor de viermi de pământ descrise este de 4.000 și declarații la fel de categorice care indică cifra de 12.000. Pentru insecte, numerele variază de la 750.000 la 950.000 de specii. Înțelegeți, desigur, că acestea sunt, teoretic, cifrele pentru speciile *cunoscute*. Pentru plante, cifrele general acceptate variază între 248.000 și 265.000. Diferența poate părea destul de mică, dar este de cel puțin douăzeci de ori mai mare decât numărul de plante cu flori din întreaga Americă de Nord.

Încercarea de a instaura ordinea nu este deloc o sarcină ușoară. La începutul anilor 1960, Colin Groves de la Universitatea Națională Australiană a început un studiu sistematic a peste două sute cincizeci de specii de primat. În repetate rânduri s-a dovedit că aceeași specie fusese descrisă de mai multe ori, fără ca niciunul dintre descoperitori să își dea seama că aveau de-a face cu o specie deja cunoscută științei. Groves a avut nevoie de patru decenii pentru a descâlci totul, iar aceasta numai pentru un grup relativ mic de animale, ușor de distins și care, în general, nu naște prea multe controverse. Dar nici nu vreau să mă gândesc cu ce rezultate s-ar solda o încercare similară având drept obiect cele 20.000 de tipuri de licheni, cu aproximație, cele 50.000 de specii de moluște sau cele peste 400.000 de gândaci.

Un lucru este cert, și anume că viața abundă în jurul nostru, deși cantitățile exacte sunt doar estimări bazate pe extrapolări. Într-un bine-cunoscut exercițiu din anii 1980, Terry Erwin de la Institutul Smithsonian a saturat un pâlț de nouăsprezece copaci din pădurea tropicală umedă din Panama cu o ceață insecticidă, după care a adunat tot ce îi căzuse în plase din coroane. În captura sa (de fapt, capturile, pentru că a repetat experimentul în fiecare anotimp, pentru a se asigura că prinde și speciile migratoare) s-au numărat o mie două sute de tipuri de gândaci. Pe baza distribuției gândacilor în alte părți, a numărului altor specii de copaci din pădure, a numărului de păduri din lume, a numărului de alte tipuri de insecte și tot așa, de-a lungul unui enorm lanț de variabile, a ajuns la o cifră estimativă de 30 de milioane de specii de insecte pe întreaga planetă – cifră despre care mai târziu a spus că era conservatoare. Folosind aceleași date sau

altele similare, unii au venit cu cifre de 13 milioane, 80 de milioane sau 100 de milioane de tipuri de insecte, subliniind că, indiferent cât de atent ar fi fost calculate, aceste cifre sunt, inevitabil, în aceeași măsură tributare științei ca și presupunerii.

Potrivit ziarului *The Wall Street Journal*, lumea are „circa zece mii de taxonomiști în activitate” – un număr nu tocmai mare, dacă ne gândim cât de multe așteaptă să fie categorisite. Dar *Journal* adaugă că numai aproximativ 15.000 de specii noi de toate tipurile sunt înregistrate în fiecare an, din cauza costurilor (cam 1.250 de lire sterline pe specie) și a birocrăției.

— Nu e o criză a biodiversității, este o criză a taxonomiștilor! tună Koen Maes, șeful nevertebratelor de la Muzeul Național Kenyan din Nairobi, belgian de origine, pe care l-am întâlnit în treacăt într-o vizită pe care am făcut-o în Kenya în toamna lui 2002. Nu există taxonomiști specializați în toată Africa, mi-a spus el. Era unul prin Coasta de Fildeș, dar cred că s-a pensionat.

E nevoie de la opt până la zece ani ca să pregătești un taxonomist, dar niciunul nu vine în Africa.

— Ei sunt adevăratele fosile, a adăugat Maes, care urma el însuși să fie disponibilizat la sfârșitul anului. După șapte ani petrecuți în Kenya, contractul lui nu avea să fie reînnoit. Din lipsă de fonduri, mi-a explicat el.

Cu câteva luni înainte apăruse un articol în revista *Nature* în care biologul britanic G.H. Godfray observa că există „o lipsă cronică de prestigiu și resurse” pentru taxonomiștii de pretutindeni. În consecință, „multe specii sunt descrise prost în publicații izolate, fără nicio încercare de a încadra un

taxon^{*2} nou în speciile și clasificările existente”. Mai mult, o mare parte din timpul taxonomiștilor se pierde nu cu descrierea speciilor noi, ci cu ordonarea celor vechi. Potrivit lui Godfray, mulți „își petrec cea mai mare parte a carierei încercând să interpreteze munca sistematizatorilor din secolul al XIX-lea: demontând descrierile, de multe ori neglijente, publicate de aceștia sau scotocind prin muzeele lumii în căutarea unor dovezi aflate într-o stare proastă”. Godfray accentuează în mod special ignorarea completă a posibilităților de sistematizare oferite de internet. Adevărul este că, în cea mai mare parte a sa, taxonomia este încă strâns legată de hârtie.

Într-o încercare de a aduce lucrurile în era modernă, în 2001 Kevin Kelly, cofondatorul revistei *Wired*, a lansat o agenție numită Fundația Tuturor Speciilor, cu scopul de a găsi și de a înregistra într-o bază de date fiecare organism în viață. Costul unui astfel de exercițiu a fost estimat la o sumă între 1,3 miliarde și 30 de miliarde de lire sterline. În primăvara lui 2002, fundația avea numai 750.000 de lire sterline în cont și patru angajați cu normă întreagă.

Dacă, după cum ne sugerează cifrele, ne-au mai rămas vreo sută de milioane de specii de insecte de descoperit, iar rata noastră de descoperire rămâne la nivelul actual, ar trebui să avem un număr final pentru insecte în ceva mai bine de cincisprezece mii de ani. Pentru restul regnului animal s-ar putea să dureze ceva mai mult.

Așadar, de ce știm atât de puțin? Există aproape la fel de multe motive câte animale au mai rămas de numărat, dar iată câteva dintre principalele cauze.

Majoritatea lucrurilor vii sunt mici și ușor de pierdut din vedere. În practică, asta nu este întotdeauna un lucru rău. S-ar putea să nu mai dormiți atât de relaxat dacă realizați că salteaua dumneavoastră oferă adăpost la aproape două milioane de acarieni microscopici, care ies în timpul somnului ca să ia o cină târzie din uleiurile dumneavoastră sebacee și să se ospăteze copios cu toate acele minunate fâșiute crocante de piele pe care le pierdeți în timp ce sforăiți și vă întoarceți de pe o parte pe alta. Numai pe perna dumneavoastră și-ar putea găsi adăpost vreo patruzeci de mii. (Pentru ei, capul dumneavoastră nu este altceva decât o enormă bomboană uleioasă.) Și să nu vă imaginați că o față de pernă curată înseamnă vreo schimbare. Pentru ceva de dimensiunile cariilor de pat, ochiul din țesătura celui mai strâns material fabricat de om arată cam cât velatura unui vapor. Iar dacă perna dumneavoastră este veche de șase ani – care se pare că este durata medie de viață a unei perne –, s-a estimat că o zecime din greutatea sa este formată din „piele năpârlită, acarieni vii, acarieni morți și fecale de acarieni”, ca să-l cităm pe cel care chiar a făcut măsurătorile, doctorul John Maunder de la Centrul Britanic de Entomologie Medicală. (Dar, cel puțin, sunt acarienii *dumneavoastră*. Gândiți-vă prin ce vă răsfățați de fiecare dată când vă întindeți într-un pat de hotel.)^{*3} Acești acarieni s-au foit probabil în jurul nostru din vremuri imemorabile, dar au fost descoperiți abia în 1965.

Dacă ființele aflate într-o relație atât de intimă cu noi, precum acarienii de pat, ne-au scăpat neobservate până în epoca televiziunii în culori, nici nu este de mirare că majoritatea lumii la scară redusă ne este aproape necunoscută. Ieșiți în pădure – în orice pădure –, aplecați-vă și

ridicați o mână de pământ. În acel moment veți ține în palmă până la zece miliarde de bacterii, majoritatea necunoscute științei. Probabil că mostra dumneavoastră va conține de asemenea un milion de tipuri de drojdie, vreo două sute de mii de mici fungi păroși, cunoscuți sub numele de mucegai, până la zece mii de protozoare dintre care cel mai cunoscut e amiba, rotifere, viermi plați și cilindrici, precum și alte creaturi microscopice cunoscute colectiv sub numele descriptiv (nu taxonomic) de criptozoare. Și o bună parte a acestora este, de asemenea, încă necunoscută.

Cel mai cuprinzător manual de microorganisme, *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* (*Manualul lui Bergey de bacteriologie sistematică*), enumeră circa patru mii de tipuri de bacterii. În anii 1980, doi cercetători norvegieni, Jostein Goksøyr și Vigdis Torsvik, au luat la întâmplare un gram de sol dintr-o pădure de fag din apropierea laboratorului lor din Bergen și au analizat cu atenție bacteriile din conținutul său. Au descoperit că această minusculă mostră conținea între 4.000 și 5.000 de specii diferite de bacterii, mai mult decât în întregul *Manual al lui Bergey*. Apoi s-au dus către un loc de pe coastă, la câțiva kilometri depărtare, și au luat un alt gram de pământ, doar ca să descopere că acesta conținea între 4.000 și 5.000 de *alte* specii. După cum remarca Edward O. Wilson: „Dacă în două grămăjoare de sol din două localități din Norvegia există peste 9.000 de tipuri de microbi, câte altele mai așteaptă să fie descoperite în alte habitate, radical diferite?”. Păi, potrivit unor estimări, ar putea fi până la patru sute de milioane.

Nu căutăm unde trebuie. În *The Diversity of Life*, Wilson descrie cum un botanist a petrecut câteva zile răscolind zece hectare de junglă din Borneo și a descoperit o mie de noi specii de plante cu flori – mai multe decât se găsesc în întreaga Americă de Nord. Iar plantele nu erau deloc greu de găsit. Doar că nimeni nu mai căutase acolo până la el. Koen Maes de la Muzeul Național Kenyan mi-a spus că s-a dus într-o pădure din nori, cum sunt numite în Kenya pădurile de pe vârful munților, și într-o jumătate de oră de „căutare nu deosebit de atentă” a descoperit patru specii noi de miriapode, între care trei reprezentau genuri noi, și o nouă specie de copaci. „Un copac mare”, a adăugat el și și-a rotunjit brațele de parcă se pregătea să danseze cu un partener foarte gras. Pădurile din nori se găsesc pe vârfurile platourilor și uneori au stat izolate vreme de milioane de ani. „Ne oferă climatul ideal pentru biologie, iar noi abia dacă le-am studiat”, a completat el.

În ansamblu, pădurile tropicale umede acoperă numai 6% din suprafața Pământului, dar adăpostesc mai bine de jumătate din viața animală și circa două treimi din plantele cu flori de pe planetă – iar aceste forme de viață ne rămân în mare parte necunoscute, pentru că prea puțini cercetători au venit să le studieze. Și aș vrea să subliniez că o bună parte din cele de aici ar putea fi destul de valoroase. Cel puțin 99% dintre plantele cu flori nu au fost testate niciodată pentru verificarea proprietăților lor medicinale. Întrucât nu pot fugi de prădători, plantele au fost obligate să își inventeze mecanisme complicate de protecție chimică, prin urmare sunt deosebit de bogate în componente interesante. Chiar și acum, aproape un sfert dintre toate medicamentele prescrise sunt derivate din numai patruzeci de plante, iar alte șaisprezece

procente provin de la animale sau microbi, prin urmare, cu fiecare hectar de pădure defrișat ne supunem unui risc serios de a pierde șanse spectaculoase pentru medicină. Folosind o metodă numită chimie combinatorie, specialiștii pot genera concomitent în laborator 40.000 de compuși, dar aceste produse sunt aleatorii și adesea inutile, în vreme ce orice moleculă naturală va fi trecut deja ceea ce *The Economist* numește „programul de testare suprem: peste trei miliarde și jumătate de ani de evoluție”.

Însă cercetarea necunoscutului nu se rezumă doar la a călători în locuri îndepărtate sau greu accesibile. În cartea sa *Life: An Unauthorised Biography*, Richard Fortey scria cum o bacterie străveche a fost găsită pe zidul unei taverna de la țară, „unde bărbații urinaseră generații la rând” – descoperire care ar părea să necesite neobișnuit de mult noroc *combinat cu* devotament și probabil vreo altă calitate nespecificată.

Nu există suficienți specialiști. Numărul lucrurilor ce trebuie descoperite, examinate și înregistrate depășește cu mult rezerva de cercetători disponibili pentru această sarcină. Să luăm exemplul stoicelor, dar prea puțin cunoscutele organisme bdelloidea din filumul Rotifera. Aceste animale microscopice pot supraviețui aproape în orice condiții. Când acestea sunt aspre, ele se încovrigă într-o formă compactă, își opresc metabolismul și așteaptă vremuri mai bune. În această stare, le puteți arunca în apă fiartă sau le puteți îngheța aproape de zero absolut – adică nivelul la care chiar și atomii cedează –, iar când tortura s-a încheiat și se întorc într-un mediu mai plăcut, se desfac și își continuă viața ca și cum nu s-ar fi întâmplat nimic. Până acum au fost identificate circa

500 de specii (deși alte surse spun 360), dar nimeni nu știe, nici măcar cu aproximație, cât de multe ar putea fi în total. Ani de-a rândul, aproape tot ce s-a știut despre ele se datora muncii unui amator devotat, un paracliser care le-a studiat în timpul său liber, pe nume David Bryce. Plantele se găsesc peste tot în lume, dar specialiști... Ai putea aduna toți specialiștii care se ocupă de ele la o singură masă și nu ar trebui să împrumuți farfurii din vecini.

Chiar și creaturile importante și omniprezente precum fungii (iar fungii chiar sunt și una, și cealaltă) atrag relativ puțină atenție. Fungii sunt peste tot, au o mulțime de forme – de ciuperci, de mucegai, de fermenți, ca să numim doar câteva dintre ele – și există în volume pe care prea puțini dintre noi le bănuiesc. Dacă adunăm toți fungii dintr-un hectar obișnuit de pășune, vom avea 2.800 kg. Nu le-am putea numi lipsite de greutate. Fără ciuperci nu ar exista mana cartofului, nici boala ulmului, nici mîncărimea din cauza bolii *tinea pedis*, dar nici iaurturi, bere sau brînzeturi. Au fost identificate în total circa 70.000 de specii de fungi, dar se crede că numărul total ar ajunge până la 1,8 milioane. Există o grămadă de micologi care lucrează în industrie, făcând iaurturi, brînzeturi și altele, prin urmare, este greu de spus câți dintre ei sunt implicați activ în cercetare, dar putem afirma fără să greșim că există mai multe specii de fungi de descoperit decât specialiști care să le descopere.

Lumea este cu adevărat mare. Călătoriile cu avionul și alte forme de comunicare ne-au păcălit să credem că lumea nu este chiar așa de mare, dar la nivelul solului, acolo unde lucrează cercetătorii, ea este de fapt enormă – suficient de

uriașă, încât să ne producă numeroase surprize. Despre okapi (*Okapia johnstoni*), cea mai apropiată rudă în viață a girafei, se știe acum că există într-un număr substanțial în pădurile tropicale umede din Zair – populația totală este estimată la aproximativ 30.000 – și totuși existența sa nu a fost nici măcar bănuită până în secolul XX. Enorma pasăre nezburătoare din Noua Zeelandă numită takahē (*Notornis mantelli*) a fost considerată dispărută vreme de două sute de ani, până când s-a descoperit că trăiește încă într-o zonă furtunoasă de pe Insula de Sud. În 1995, o echipă de cercetători francezi și britanici plecați în Tibet, care s-au rătăcit într-o furtună de zăpadă într-o vale îndepărtată, a dat peste o rasă de cai numită riwoche (de la numele văii), care anterior fusese cunoscută numai din anticele desene din peșteri. Locuitorii văii au fost uluiți să afle că acest cal este considerat o raritate în restul lumii.

Unii consideră că ne așteaptă încă surprize și mai mari. „Un etnobiolog britanic de frunte”, scria *The Economist* în 1995, „crede că megateriul, un fel de leneș gigantic de pământ, care ar putea ajunge la înălțimea unei girafe... ar putea băntui prin vastitatea bazinului amazonian”. Poate este semnificativ faptul că numele etnobiologului nu a fost menționat, dar și mai semnificativ poate fi faptul că nu s-a mai auzit nimic de el sau de leneșul său gigantic. Nimeni însă nu poate spune cu certitudine că această vietate nu există până când nu este investigată fiecare bucată de junglă, iar noi suntem departe de a fi făcut acest lucru.

Dar chiar dacă am echipa mii de lucrători de teren și i-am expedia în cele mai îndepărtate colțuri ale lumii, efortul nu ar fi suficient, pentru că viața își face loc peste tot pe unde poate.

Extraordinara fecunditate a vieții este uluitoare, chiar măgulitoare, dar și problematică. Pentru a o trece în revistă în totalitatea sa, ar trebui să răsturnăm fiecare piatră, să răscolim solul din fiecare pădure, să cernem cantități inimaginabile de nisip și praf, să ne cățărăm în coroana fiecărui copac și să inventăm modalități mult mai eficiente de a cerceta mările. Chiar și atunci, tot am rata ecosisteme întregi. În anii 1980, speologii amatori au pătruns într-o peșteră adâncă din România, care fusese izolată de lumea din afară o lungă perioadă, chiar dacă nu se știe exact cât de lungă, și au descoperit treizeci și trei de specii de insecte și alte creaturi mici – păianjeni, miriapode, păduchi –, toate oarbe, incolore și necunoscute științei. Se hrăneau cu microbi din stratul de suprafață al ochiurilor de apă, microbi care la rândul lor se hrăneau cu sulfat acid din izvoarele calde.

S-ar putea ca instinctul nostru să ne îndemne să privim imposibilitatea de a descoperi și de a analiza totul drept frustrantă, demoralizantă și poate chiar dezarmantă, dar la fel de bine o putem considera o mânășă aruncată, care ne forțează limitele. Trăim pe o planetă cu o capacitate aproape infinită de a ne surprinde, dar oare ce persoană cu judecată și-ar putea dori ca lucrurile să stea altfel?

Și dacă facem un tur printre atât de variatele discipline ale științei moderne, aproape întotdeauna cel mai șocant este să îți dai seama cât de mulți oameni au fost dispuși să-și dedice întreaga viață unor direcții de cercetare de un ezoterism extravagant. Într-unul din eseurile sale, Stephen Jay Gould nota că unul dintre eroii săi, pe nume Henry Edward Crampton, și-a petrecut cincizeci de ani, din 1906 până la moartea sa în 1956, studiind în liniște un gen de melci de

pământ numit *Partula* din Polinezia. Iar și iar, an după an, Crampton a măsurat până în cel mai minuscule detaliu – până la numere cu opt zecimale – unduirile, răsucirile și curbele delicate a nenumărați *Partula*, combinând rezultatele în tabele detaliate până la enervare. Un singur rând de text dintr-un tabel al lui Crampton ar putea reprezenta rezultatul unor măsurători și calcule de săptămâni întregi.

O idee mai puțin absorbit și cu certitudine mult mai surprinzător a fost Alfred C. Kinsey, devenit celebru pentru studiile sale asupra sexualității umane din anii 1940 și 1950. Înainte ca sexul să-i invadeze creierul, ca să spunem așa, Kinsey a fost entomolog, și încă unul devotat. Într-o expediție care a durat doi ani, a mers pe jos 4.000 km ca să obțină o colecție de 300.000 de viespi. Cu câte înțepături s-o fi ales în acest timp cu regret vă spun că nu a numărat nimeni.

O întrebare care pe mine m-a nedumerit dintotdeauna este cum se reușește asigurarea unei succesiuni în aceste domenii misterioase. Îmi imaginez că nu pot fi prea multe instituții în lume care solicită sau sunt pregătite să finanțeze specialiști în ciripede sau melci de Pacific. Pe când ne luam rămas-bun la Muzeul de Istorie Naturală din Londra, l-am întrebat pe Richard Fortey cum reușește știința să se asigure că, atunci când dispare o persoană, există o altă persoană gata să-i ia locul.

A chicotit, amuzat copios de naivitatea mea.

— Mă tem că nu avem înlocuitori care stau pe undeva pe o bancă și așteaptă să fie chemați să-și intre în rol. Atunci când un specialist se pensionează sau, într-un caz și mai nefericit, moare, se poate întâmpla ca lucrurile să ia o pauză în domeniu, uneori pentru o perioadă destul de lungă.

— Și presupun că, din acest motiv, apreciați în mod deosebit o persoană care își petrece patruzeci și doi de ani studiind o singură specie de plante, chiar dacă nu aduce nicio noutate teribilă în domeniu?

— Întocmai, mi-a spus el, întocmai.
Și chiar părea să vorbească serios.

*1 Pentru a ilustra aceasta, de exemplu, oamenii se încadrează în domeniul eucariotelor, în regnul animalelor, în filumul cordata, în subfilumul vertebratelor, în clasa mamiferelor, în ordinul primatelor, în familia hominidae, în genul *Homo*, în specia *sapiens*. (Mi s-a spus că, prin convenție, se scriu în cursive genul și specia, dar nu și diviziunile mai mari.) Unii taxonomiști folosesc și alte subdiviziuni: trib, subordin, infraordin, parvordin și altele.

*2 Termenul oficial folosit pentru o categorie zoologică, cum ar fi *filumul* sau *genul*.

*3 Există unele aspecte legate de igienă la care chiar stăm din ce în ce mai prost. Doctorul Maunder crede că tendința de a folosi detergenții pentru spălare la mașină la temperaturi joase încurajează proliferarea mișcătorilor. După cum se exprimă chiar el: „Dacă speli haine pline de păduchi la temperaturi joase, ceea ce obții sunt niște păduchi mai curați”.

Capitolul 24

Celulele

Totul începe cu o singură celulă. Prima celulă se divizează formând două, cele două devin apoi patru și așa mai departe. După numai patruzeci și șapte de astfel de diviziuni, corpul dumneavoastră are o sută patruzeci de mii de mii de miliarde (140.000.000.000.000.000) de celule gata să ia startul ca ființă umană^{*1}. Și fiecare dintre aceste celule știe exact ce are de făcut pentru a vă proteja și a vă alimenta din momentul conceperii până când vă dați ultima suflare.

Nu aveți niciun secret față de celulele dumneavoastră. Ele știu mult mai multe despre dumneavoastră decât știți dumneavoastră înșivă. Fiecare dintre ele conține o copie integrală a codului genetic – manualul de utilizare al corpului dumneavoastră –, prin urmare, știe să îndeplinească nu doar treaba care îi revine, ci și orice altă funcție din organism. Nu va trebui niciodată, pe parcursul întregii vieți, să-i amintiți unei celule să-și supravegheze nivelurile de adenzintrifosfat sau să plaseze corespunzător infuzia în exces de acid folic cu care s-a trezit pe cap pe neașteptate. Va rezolva singură aceste lucruri și multe alte milioane în plus.

Fiecare celulă din natură este un miracol. Chiar și cele mai simple depășesc cu mult orice limită a ingeniozității umane.

De exemplu, pentru a forma cea mai primitivă celulă de drojdie, ar trebui să luăm un număr de componente aproximativ egal cu cele care alcătuiesc un avion de linie Boeing 777, să le miniaturizăm și să le îndesăm într-o sferă cu un diametru de aproximativ cinci microni; apoi ar trebui să reușim cumva să convingem sfera să se reproducă.

Dar, prin comparație cu celulele umane, celulele de drojdie sunt neînsemnate, pentru că cele umane nu sunt doar mai variate și mai complicate, ci și mult mai fascinante, grație interacțiunilor lor complexe.

Celulele dumneavoastră alcătuiesc o țară cu zece mii de mii de miliarde de locuitori, fiecare dintre ei dedicându-se bunăstării dumneavoastră generale, dar pe o arie cu o specializare strictă. Nu există lucru pe care ele să nu-l facă pentru dumneavoastră. Vă permit să simțiți plăcerea și să formați gânduri, să stați în picioare, să vă întindeți și să zburdați. Când mâncați, ele extrag substanțele nutritive, distribuie energia și scapă de reziduuri – toate acele lucruri despre care ați învățat în școală la biologie – , dar, de asemenea, își amintesc să vă facă să simțiți mai întâi foamea și să vă recompenseze cu o stare de bine după ce mâncați, astfel încât să nu uitați să mâncați și data viitoare. Ele întrețin creșterea permanentă a părului, urechile bine cerate și creierul torcând liniștit ca o pisicuță. Ele administrează fiecare colțișor al ființei dumneavoastră și vă sar în apărare la primul semn de primejdie. Își dau viața fără ezitare pentru dumneavoastră –, miliarde de celule chiar fac acest lucru zilnic. Și niciodată în toți acești ani de viață nu i-ați mulțumit nici măcar uneia dintre ele. Să ne oprim acum un moment ca să le privim cu mirarea și aprecierea pe care le merită.

Înțelegem prea puțin cum de reușesc celulele să facă ceea ce fac – cum depozitează grăsimea, cum produc insulina sau se implică în numeroase alte acte necesare pentru a menține o entitate complicată ca dumneavoastră –, chiar foarte puțin. Aveți cel puțin două sute de mii de tipuri diferite de proteine care lucrează în interiorul dumneavoastră, iar până acum abia dacă pricepem ce fac cel mult 2% dintre ele. (Alții plasează cifra mai aproape de 50%, în funcție, se pare, de ceea ce înțelegem prin „a pricepe”.)

La nivel celular, surprizele răsar la fiecare pas. În natură, oxidul de azot este o toxină puternică și o componentă frecventă a poluanților din aer. De aceea, cercetătorii au fost surprinși, cum era și firesc, când au descoperit, pe la mijlocul anilor 1980, că acesta este produs cu o stranie rigurozitate în celulele umane. În ce scop este el produs? La început a fost un mister, dar apoi cercetătorii au început să-l găsească peste tot – controlând fluxul sangvin și nivelurile de energie ale celulelor, atacând celulele canceroase și alți agenți patogeni, reglând simțul mirosului, chiar ajutând la erecția masculină. De asemenea, explică de ce nitroglicerina, bine-cunoscutul explozibil, calmează durerile de inimă numite angină. (Este transformată în oxid de azot în fluxul sangvin, relaxând mușchii de-a lungul vaselor și permițându-i sângelui să circule mai ușor.) Într-un singur deceniu, această substanță gazoasă a trecut de la statutul de toxină periculoasă la cel de elixir universal.

Sunteți posesorii „câtorva sute bune” de tipuri diferite de celule, potrivit biochimistului belgian Christian de Duve, iar acestea au o enormă varietate de forme și dimensiuni, de la celulele nervoase ale căror dendrite se pot extinde până la

mai mult de un metru la micuțele globule roșii din sânge, în formă de disc, sau la fotocelulele cu bastonașe care ne ajută să vedem. De asemenea, au o gamă de-a dreptul extravagantă de dimensiuni – și nicăieri contrastul nu este mai uluitor decât în momentul concepției, când un unic spermatozoid agitat se confruntă cu un ovul de 85.000 de ori mai mare ca el. Trebuie să recunoaștem că aceasta conferă noțiunii de cucerire masculină o perspectivă cu totul nouă. În medie însă, o celulă umană are un diametru de circa douăzeci de microni, cam a două suta parte dintr-un milimetru –, mult prea mică pentru a fi observată, însă suficient de spațioasă pentru a conține mii de structuri complicate precum mitocondriile și milioane de molecule. În sensul cel mai literal, celulele au niveluri diferite de viață. Toate celulele pielii dumneavoastră sunt moarte. Ideea că fiecare centimetru de pe suprafața dumneavoastră e mort devine oarecum supărătoare. Dacă sunteți un adult de dimensiuni medii, cărați după dumneavoastră un bagaj de vreo două kilograme și ceva de piele moartă, din care, în fiecare zi, se exfoliază câteva miliarde de fragmente minuscule. Dacă treceți cu degetul peste un raft prăfuit, probabil că stratul de praf este alcătuit în cea mai mare parte din piele veche.

Majoritatea celulelor vii rareori trăiesc mai mult de o lună, în medie, dar există și excepții notabile. Celulele hepatice pot supraviețui ani de zile, deși componentele lor sunt reînnoite o dată la câteva zile. Celulele creierului trăiesc atât cât trăiți și dumneavoastră. La ieșirea de pe linia de producție, aveți circa o sută de miliarde și asta e tot ce veți primi. S-a estimat că pierdeți circa cinci sute pe oră, prin urmare, dacă știți că trebuie să vă gândiți la lucruri importante, chiar nu aveți

niciun moment de pierdut. Vestea bună este că elemente individuale din celulele creierului sunt reînnoite permanent, astfel încât sunt puține șanse ca vreunul dintre ele să fie mai vechi de o lună. Mai mult, s-a sugerat chiar că absolut nicio bucăică din noi – nici măcar o moleculă rătăcită – nu exista acum nouă ani. La nivel celular, cu toții suntem copii, chiar dacă nu ne simțim astfel.

Prima persoană care a descris o celulă a fost Robert Hooke, cel care, la ultima noastră întâlnire cu el, se ciorovăia cu Isaac Newton pe tema cui îi revine meritul de a fi descoperit că forța de atracție dintre două corpuri este invers proporțională cu pătratul distanței dintre ele. În cei șaiszeci și opt de ani de viață, Hooke a realizat multe – a fost atât un teoretician capabil, cât și pasionat de construirea unor instrumente ingenioase și folositoare –, dar nimic din cele izbutite nu i-a adus atâta faimă precum cartea sa *Micrographia: or Some Physiological Descriptions of Minute Bodies Made by Magnifying Glasses* (*Micrografia sau câteva descrieri fiziologice ale unor trupuri miniaturale descoperite prin lupă*), publicată în 1665. Aceasta a dezvăluit unui public fermecat un univers al celor foarte mici care era mult mai divers, mai populat și mai complex structurat decât și-ar fi putut imagina cineva vreodată.

Printre trăsăturile microscopice pe care le-a identificat Hooke pentru prima dată se aflau micuțele camere din plante pe care el le-a numit „celule”, întrucât îi aminteau de chiliile călugărilor, care semănau cu niște celule. Hooke a calculat că șase centimetri pătrați de plută ar conține 1.259.712.000 de astfel de cămăruțe minuscule – era pentru prima dată când în

știință apărea un număr atât de mare. La acel moment, microscopul fusese deja inventat cu o generație înainte, dar ceea ce îl distingea pe al lui Hooke era măiestria sa tehnică. Acesta mărea de treizeci de ori, fiind ultimul răcnet în materie de tehnologie optică a secolului al XVII-lea.

Prin urmare, toată lumea a fost destul de surprinsă când, numai un deceniu mai târziu, Hooke și alți membri ai Academiei Regale din Londra au început să primească desene și rapoarte de la un țesător de pânză analfabet din orașul olandez Delft, în care apăreau mărimi de până la 275 de ori. Numele acestui țesător era Antoni van Leeuwenhoek. Deși lipsit de o educație formală și de orice pregătire științifică, el era un observator atent și un geniu al tehnicii.

Nici până în ziua de azi nu se știe cum a obținut mărimi atât de impresionante cu instrumente atât de simple, de dimensiuni reduse, cât să le cuprinzi în mână, nu mai mult decât niște știfturi modeste din lemn cu câte o minusculă bucătică de sticlă încrustată în ele, mult mai asemănătoare cu o lupă decât cu ceea ce ne imaginăm noi în mod obișnuit că este un microscop. Leeuwenhoek a confecționat câte un instrument nou pentru fiecare experiment pe care l-a desfășurat și era extrem de secretos în privința tehnicilor sale, chiar dacă uneori le-a dat britanicilor câteva ponturi despre îmbunătățirea rezoluției^{*2}.

De-a lungul unei perioade de cincizeci de ani – începând, cu totul remarcabil, când el avea deja peste patruzeci de ani –, Leeuwenhoek a trimis aproape două sute de rapoarte către Academia Regală, toate scrise în olandeză, singura limbă pe care o stăpânea foarte bine. Nu a oferit nicio interpretare, doar date despre ceea ce descoperise, însoțite de desene foarte

detaliat. A trimis rapoarte despre aproape orice putea fi examinat cu un oarecare folos – mucegaiul de pâine, acul de albină, celule sangvine, păr, dinți, propria salivă, excremente și spermă (acestea din urmă, cu cele mai laborioase scuze pentru inevitabila lor natură vulgară) –, aproape toate cercetate la microscop pentru prima oară.

După ce a înștiințat că a descoperit „animalcule” într-o mostră de supă în 1676, membrii Academiei Regale au petrecut un an în căutarea „micilor animale”, folosind cele mai bune instrumente pe care le putea produce tehnologia britanică, până să obțină grosimentul potrivit. Ceea ce descoperise Leeuwenhoek erau protozoarele. A calculat că existau 8.280.000 de astfel de ființe minuscule într-o singură picătură de apă – mai multe decât numărul locuitorilor din Olanda. Lumea clocotea de viață sub forme și în cantități pe care nimeni nu le bănuise vreodată.

Inspirați de descoperirile fantastice ale lui Leeuwenhoek, au început și alții să tragă cu ochiul prin microscop, cu o asemenea îndârjire, încât uneori vedeau lucruri care de fapt nu existau. Un respectat observator olandez, Nicolaus Hartsoecker, era convins că a văzut „oameni minusculi gata formați” în celulele spermatice. A numit micuțele creaturi „homunculi” și, o vreme, mulți au crezut că toate ființele umane – ba chiar toate creaturile – nu erau nimic altceva decât versiuni mult expandate ale unor ființe precursori minuscule, dar pe deplin formate. Uneori, Leeuwenhoek însuși se lăsa purtat de valul entuziasmului. Într-unul din cele mai nereușite experimente ale sale, a încercat să studieze proprietățile explozive ale prafului de pușcă urmărind o mică explozie de aproape și reușind aproape să se orbească singur.

În 1683, Leeuwenhoek a descoperit bacteriile – și cam pe aici avea să se oprească progresul pentru următorul secol și jumătate, din cauza limitelor de care se lovea tehnologia microscopului. Abia în 1831 avea să fie observat pentru prima dată nucleul unei celule, descoperit de botanistul scoțian Robert Brown, acest vizitator frecvent, dar întotdeauna fantomatic al istoriei științei. Brown, care a trăit între 1773 și 1858, l-a numit *nucleu* de la latinescul *nucula*, care înseamnă nucă mică sau sâmbure. Abia în 1839 s-a găsit o persoană care să își dea seama că absolut *toată* materia vie este alcătuită din celule. Cel căruia i-a trecut prima dată prin minte acest lucru a fost un neamț, Theodor Schwann. Și a fost doar o descoperire târzie în istoria științei, dar nici măcar atunci nu a fost primită cu brațele deschise. Abia în 1860, după o serie de cercetări revoluționare ale lui Louis Pasteur în Franța, s-a dovedit în mod concludent că viața nu poate apărea spontan și că nu poate lua naștere decât din celule preexistente. Această convingere a devenit cunoscută sub numele de „teoria celulară” și constituie în prezent baza întregii biologie moderne.

Celula a fost comparată cu nenumărate lucruri, de la „o rafinărie chimică complexă” (expresia îi aparține fizicianului James Trefil) la o „vastă metropolă-furnicar” (biochimistul Guy Brown). O celulă poate fi ambele lucruri și, în același timp, niciunul. Este ca o rafinărie pentru că dezvoltă o activitate chimică la scară largă și seamănă cu o metropolă deoarece este aglomerată, veșnic în activitate și roiește de interacțiuni care par confuze și întâmplătoare, dar care, în mod cert, se ordonează într-un sistem. Însă este mult mai

haotică decât orice fabrică sau oraș pe care le-ați văzut vreodată, un adevărat coșmar. În primul rând, la nivel celular nu există un nivel superior sau inferior (gravitația nu are niciun efect semnificativ la nivel celular) și nu rămâne spațiu nefolosit nici măcar cât ocupă un atom. Peste tot se întâmplă câte ceva, totul e un neîncetat freamăt de energie electrică. Pentru că, chiar dacă se prea poate să nu vă simțiți deosebit de electrici, în realitate sunteți în întregime electricitate. Mâncarea pe care o consumăm și oxigenul pe care-l respirăm se transformă, la nivelul celulelor, în energie electrică. Motivul pentru care nu ne inducem unul altuia șocuri masive sau nu ardem canapeaua atunci când ne așezăm este acela că totul se petrece la o scară minuscule: abia 0,1 volți, care se deplasează pe distanțe măsurate în nanometri. Însă dacă mărim scara, aceasta se traduce printr-o scuturătură măsurată la douăzeci de milioane de volți pe metru, cam aceeași sarcină electrică pe care o duce cu sine o furtună.

Indiferent de forma și dimensiunea lor, aproape toate celulele dumneavoastră sunt construite în esență cam după aceeași structură: au la exterior un înveliș sau o membrană, în interior un nucleu în care se regăsește informația genetică necesară pentru buna dumneavoastră funcționare, iar între ele un spațiu foarte activ, numit citoplasmă. Membrana nu este un înveliș rezistent, ca un fel de cauciuc, ceva prin care nu poți trece decât cu un ac ascuțit, așa cum își închipuie cei mai mulți dintre noi. De fapt, este alcătuită dintr-un fel de material gras numit lipidă, care are o consistență „cam ca a unui ulei de motor mai subțire”, ca să-l cităm pe Sherwin B. Nuland. Dacă inconsistența ei vă surprinde, amintiți-vă că, la nivel celular, toate lucrurile se comportă diferit. La nivel

molecular, apa devine un fel de gel consistent, iar o lipidă aduce mai degrabă cu fierul.

Dacă ați putea vizita o celulă, nu v-ar plăcea ce ați vedea. Dacă am mări-o la o scară pe care un atom ar avea aproximativ dimensiunile unei boabe de mazăre, celula însăși ar fi cam cât o sferă cu diametrul de 800 m, susținută de un cadru complex de grinzi numit citoschelet. În interiorul acesteia, milioane și milioane de obiecte – unele cât mingile de baschet, altele cât o mașină – ar vâjâi încoace și încolo ca niște gloanțe. Nu ați găsi niciun locșor în care să stați fără să fiți lovit de mii de ori pe secundă din toate direcțiile. Chiar și pentru ocupanții săi permanenți, interiorul unei celule reprezintă un loc periculos. Fiecare secvență de ADN este atacată sau vătămată în medie o dată la fiecare 8,4 secunde – de zece mii de ori pe zi – de substanțe chimice și de alți agenți care se reped în ea sau pur și simplu trec prin ea nepăsători, iar fiecare dintre aceste răni trebuie imediat cusută și bandajată, astfel încât celula să nu piară.

Proteinele, în special, au o vivacitate nemaipomenită: se învârt, pulsează și se lovesc unele de altele în zbor de până la un miliard de ori pe secundă. Enzimele, care la rândul lor sunt un tip de proteină, se reped în toate direcțiile, îndeplinind până la o mie de sarcini pe secundă. Asemenea unor furnici lucrătoare la viteză maximă, ele sunt permanent ocupate să construiască și să reconstruiască molecule, ciupind o bucățică din una, mai adăugând o bucățică la cealaltă etc. Altele monitorizează proteinele în trecere și le marchează cu o substanță chimică pe cele care sunt afectate ireparabil sau corupte. După ce au fost astfel selecționate, proteinele condamnate ajung într-o structură numită proteazom, unde

sunt descompuse bucătică cu bucătică, iar componentele lor sunt folosite pentru a produce proteine noi. Unele tipuri de proteine rezistă mai puțin de o jumătate de oră, altele pot supraviețui săptămâni de-a rândul. Dar absolut toate își duc existența cu o inimaginabilă frenezie. După cum notează de Duve, „lumea moleculară trebuie să rămână în totalitate dincolo de granițele imaginației noastre datorită vitezei incredibile cu care se petrec lucrurile în interiorul ei”.

Dar dacă încetăm procesele până la o viteză la care interacțiunile devin observabile, lucrurile încep să nu ni se mai pară atât de descumpănitoare. Începem să observăm că o celulă înseamnă pur și simplu milioane de obiecte – lizozomi, endozomi, ligande, ribozomi, peroxizomi, proteine de toate formele și dimensiunile – care se ciocnesc de milioane de alte obiecte și îndeplinesc sarcini dintre cele mai banale: extrag energie din substanțele nutritive, assemblează structuri, scapă de reziduuri, alungă invadatori, trimit și primesc mesaje, fac reparații. În mod normal, o celulă ar trebui să conțină cam douăzeci de mii de tipuri diferite de proteine, iar dintre acestea, circa două mii de tipuri vor fi reprezentate prin cel puțin cincizeci de mii de molecule fiecare. Nuland ne spune că „aceasta înseamnă că fie și dacă am număra numai acele molecule prezente în cantități mai mari de cincizeci de mii fiecare, tot ajungem la un total minim de o sută de milioane de molecule de proteine în fiecare celulă. Această cifră năucitoare ne ajută să ne facem cât de cât o idee despre imensul furnicar de activitate biochimică ce are loc în interiorul nostru”.

Este un proces neînchipuit de solicitant. Inima dumneavoastră trebuie să pompeze 343 l de sânge pe oră,

adică peste 8.000 l pe zi, însemnând 3.000.000 l pe an – o cantitate suficientă pentru a umple patru piscine olimpice –, pentru a asigura o oxigenare corespunzătoare tuturor acelor celule. (Iar acestea se referă doar la perioadele de odihnă. În timpul exercițiilor fizice, ritmul bătăilor inimii poate crește de până la șase ori.) Oxigenul este preluat de mitocondrii. Acestea sunt centralele energetice ale celulei și există în număr de circa o mie în fiecare celulă, dar să reținem însă că numărul lor variază considerabil în funcție de ceea ce face acea celulă și de câtă energie are nevoie.

Dacă vă mai amintiți, într-un capitol anterior spuneam că se crede despre mitocondrii că se trag din bacterii captive care trăiesc acum pe post de chiriași în celulele noastre, conservându-și propriile instrucțiuni genetice, divizându-se după propriul program, practic, vorbind propria limbă. Poate că vă mai amintiți, de asemenea, că suntem la mâna lor. Și iată de ce. Practic, toată hrana și tot oxigenul pe care le introduceți în organism, după procesare, sunt livrate mitocondriilor, care le transformă într-o moleculă numită adenzin trifosfat – sau ATP.

Se prea poate să nu fi auzit niciodată de ATP, dar el este cel care vă menține în acțiune. Moleculele de ATP sunt în esență niște mici baterii care se mișcă prin celulă și îi livrează energie pentru toate procesele celulare, care nu sunt deloc puține. Aproape în orice moment, o celulă obișnuită din corpul dumneavoastră deține circa un miliard de molecule de ATP, iar în aproximativ două minute fiecare dintre ele va fi fost secată de energie, iar altele un miliard le vor fi luat locul. În fiecare zi produceți și epuizați un volum de ATP echivalent cu circa jumătate din greutatea corpului dumneavoastră.

Simțiți căldura pielii? Acesta e semnul că moleculele de ATP sunt în plină activitate.

Când celulele nu mai sunt folositoare, ele mor cu ceea ce nu se poate numi decât o măreață demnitate. Își distrug toate punțile și proptelele care le țin la un loc și își devorează în tăcere părțile componente. Procesul este cunoscut sub numele de moartea programată a celulei sau apoptoză. În fiecare zi miliarde de celule mor spre binele dumneavoastră și miliarde de alte celule vin să curețe după ele. Dar celulele pot muri și violent, ca atunci când sunt infectate, de exemplu, dar majoritatea mor pentru că așa li se spune. Mai mult chiar, dacă nu li se spune să trăiască – dacă nu primesc vreun tip de instrucțiune activă din partea unei alte celule –, celulele se autodistrug automat. Celulele au nevoie de multă încurajare.

Atunci când celulele nu mor în maniera programată, cum se mai întâmplă uneori, și încep în schimb să se dividă și să prolifereze nebunește, rezultatul se numește cancer. Celulele canceroase nu sunt nimic altceva decât celule confuze. Celulele fac această greșală destul de frecvent, dar organismul și-a elaborat mecanisme prin care să se ocupe de ele, de aceea doar rareori situația scapă de sub control. În medie, la oameni apare o transformare malignă fatală la fiecare sută de milioane de miliarde de divizări celulare. Cancerul este un ghinion în cel mai pur sens al cuvântului.

Minunea celulelor nu vine din aceea că, ocazional, lucrurile o iau razna, ci din faptul că reușesc să își deruleze activitatea firesc, decenii de-a rândul. Reușesc acest lucru prin trimiterea și monitorizarea permanentă a unor valuri de mesaje – o adevărată cacofonie de mesaje – prin tot corpul: instrucțiuni, întrebări, corecții, cereri de asistență,

modernizări, notificări de diviziune sau deces. Cele mai multe dintre aceste semnale sosesc prin intermediul unor curieri numiți hormoni, entități chimice precum insulina, adrenalina, estrogenul sau testosteronul, care transmit informații din avanposturi îndepărtate precum tiroida sau glandele endocrine. Alte mesaje sosesc prin telegraf de la creier sau din alte centre regionale, într-un proces numit semnalizare paracrină. Și, în sfârșit, celulele comunică direct cu vecinii lor, pentru a se asigura că activitățile lor sunt într-o perfectă coordonare.

Probabil cel mai remarcabil este faptul că totul e doar o activitate frenetică și aleatorie, o suită de nesfârșite întâlniri, ghidată numai de regulile elementare ale atracției și respingerii. Este un lucru cert că în spatele acțiunilor celulelor nu se află nicio entitate gânditoare. Totul se întâmplă pur și simplu, lin, repetat și cu o predictibilitate de care rareori suntem măcar conștienți; cu toate acestea, cumva, ele duc nu doar la o ordine interioară a celulei, ci și la o armonie perfectă a întregului organism. Pe căi pe care noi abia dacă am început să le înțelegem, miliarde și miliarde de reacții chimice reflexe se reunesc pentru a da naștere unui om mobil, gânditor și capabil să ia decizii – sau, că tot veni vorba, unui mai puțin gânditor, dar la fel de bine organizat gândac de bălegar. Nu uitați niciodată că orice ființă vie este o minune a ingineriei atomice.

Mai mult chiar, există organisme pe care noi le considerăm primitive și care beneficiază de un nivel de structurare celulară pe lângă care al nostru pare insipid și neglijent de-a dreptul. Încercați să dezamblați celulele unui burete trecându-le printr-o sită, apoi puneți-le într-o soluție și veți

vedea cum își croiesc drum înapoi și se reorganizează, devenind din nou un burete. Le puteți supune acestui tratament la nesfârșit, iar ele vor continua cu încăpățânare să se reasambleze, pentru că, la fel ca dumneavoastră, ca mine și ca oricare altă ființă vie, sunt mânite de un unic impuls irezistibil: acela de a continua să existe.

Și aceasta din cauza unei molecule curioase, încăpățânate, prea puțin cunoscute și înțelese, care nici măcar nu este ea însăși vie și care în cea mai mare parte a timpului nu face absolut nimic. O numim ADN, iar pentru a începe să-i înțelegem importanța, trebuie să ne întoarcem în urmă cu aproximativ o sută șazeci de ani, în Anglia victoriană, în momentul în care naturalistul Charles Darwin a avut ceea ce s-a numit „cea mai bună idee de sine stătătoare care i-a venit cuiva vreodată” – pentru ca apoi, din motive ce trebuie într-o câțva explicate, să o pună sub cheie, într-un sertar, vreme de cincisprezece ani.

*1 În realitate, de-a lungul procesului de dezvoltare, se pierde un număr destul de mare de celule, prin urmare cifra exactă cu care porniți la drum este doar o aproximare. În funcție de sursa pe care o consultați, numărul poate varia cu câteva zerouri bune. Cifra de o sută patruzeci de mii de mii de miliarde (sau de o sută patruzeci de cvadrilioane) este preluată după Margulis și Sagan, *Microcosmos*.

*2 Leeuwenhoek era prieten apropiat cu un alt olandez de seamă din Delft, artistul Jan Vermeer. Pe la mijlocul secolului al XVII-lea, Vermeer, care fusese până atunci un artist competent, dar nu remarcabil, și-a dezvoltat brusc o măiestrie a redării luminii și a perspectivei pentru care a

fost aclamat de atunci încoace. Deși nu s-a putut dovedi niciodată, se suspectează de multă vreme că a folosit o cameră obscură, un instrument pentru proiectarea imaginilor pe o suprafață plană printr-o lentilă. După moartea sa nu s-a descoperit niciun astfel de instrument printre obiectele sale personale, dar, ca din întâmplare, executorul testamentar al lui Vermeer a fost nimeni altul decât Antoni van Leeuwenhoek, cel mai secretos creator de lentile cunoscut în acele vremuri.

Capitolul 25

Noțiunea singulară a lui Darwin

Pe la sfârșitul verii sau începutul toamnei lui 1859, Whitwell Elwin, editorul respectatului jurnal britanic *Quarterly Review*, a primit un exemplar semnal al unei noi cărți scrise de naturalistul Charles Darwin. Elwin a citit cartea cu interes și a fost de acord că este meritorie, dar s-a temut că subiectul ei cuprinzând o arie mult prea restrânsă nu ar atrage o audiență largă. În schimb, i-a cerut insistent lui Darwin să scrie o carte despre porumbei. „Toată lumea este interesată de porumbei”, remarca el plin de sollicitudine.

Înțeleptul sfat al lui Elwin a fost ignorat și, la sfârșitul lui noiembrie 1859, a fost publicată *Originea speciilor prin selecție naturală sau păstrarea raselor favorizate în lupta pentru existență*, cu prețul de 15 șilingi. Prima ediție, de 1.250 de exemplare, s-a vândut integral din prima zi. Niciodată de atunci încoace nu a fost retrasă de pe piață și rareori a fost ocolită de controverse – nu e deloc rău pentru un om al cărui interes principal îl reprezentau râmele și care, în lipsa acelei singulare și impetuoase decizii de a naviga în jurul lumii, și-ar fi petrecut, cel mai probabil, întreaga viață ca un preot de țară oarecare, cunoscut pentru... în fine, pentru interesul său față de râme.

Charles Robert Darwin s-a născut la 12 februarie 1809^{*1} în Shrewsbury, un orașel liniștit din regiunea West Midlands. Tatăl său a fost un medic prosper și respectat. Mama sa, care a murit când Charles avea doar opt ani, era fiica lui Josiah Wedgwood, din celebra familie deținătoare a afacerilor cu ceramică.

Darwin s-a bucurat de toate avantajele unei educații alese, dar și-a întristat permanent tatăl văduv cu performanțele sale academice submediocre. „Nu te interesează decât vânătoria, câinii și prinderea șobolanilor, așa vei ajunge să te faci de rușine, pe tine și întreaga familie”, scria Darwin senior, citat ce apare întotdeauna cam în acest punct al oricărei relatări despre viața timpurie a lui Charles. Deși înclinațiile sale îl recomandau pentru istoria naturală, de dragul tatălui său a încercat să studieze medicina la Edinburgh University, dar nu a putut suporta sângele și suferința. A rămas traumatizat pentru totdeauna după ce a asistat la operația suferită de un copil pe bună dreptate înspăimântat – firește că toate astea se întâmplau înaintea descoperirii anesteziei. A încercat mai apoi dreptul, dar meseria i s-a părut de o plictiseală insuportabilă și, într-un final, a reușit, fără prea multe eforturi, să obțină o diplomă în teologie la Cambridge.

Părea să-l aștepte o viață petrecută într-o casă parohială de provincie, atunci când a apărut ca din senin o ofertă mult mai tentantă. Darwin a fost invitat să se imbarce pe vasul de cercetări marine al Majestății Sale *Beagle* în primul rând drept companion la cină pentru căpitan, Robert FitzRoy, al cărui rang îl împiedica să accepte tovărășia altcuiva decât a unui gentleman. FitzRoy, un individ extrem de ciudat, l-a ales pe Darwin în parte pentru că i-a plăcut forma nasului lui

(dovedea tărie de caracter, după părerea lui). Darwin nu a fost întâia alegere a lui FitzRoy, dar a primit slujba atunci când însoțitorul ales de FitzRoy a renunțat. Din perspectiva secolului XXI, primul lucru care te frapa la cei doi era tinerețea lor. În momentul expediției, FitzRoy avea numai douăzeci și trei de ani, iar Darwin doar douăzeci și doi.

Misiunea oficială a lui FitzRoy era să marcheze apele teritoriale, dar hobby-ul său – de fapt, o adevărată pasiune – era să caute dovezi pentru o interpretare literală a creației în sensul biblic. Faptul că Darwin avea studii eclesiastice a fost un punct-cheie în decizia lui FitzRoy de a-l lua la bord. Faptul că Darwin a manifestat mai târziu nu doar vederi liberale, ci de-a dreptul o lipsă de devoțiune sinceră față de fundamentele religiei creștine a devenit sursa unui conflict prelungit între ei.

Timpul petrecut de Darwin la bordul vasului *Beagle*, între 1831 și 1836, a reprezentat, cum era și firesc, experiența formatoare a vieții sale, dar și una dintre cele mai solicitante. Împărțea cu căpitanul o cabină mică, lucru care nu avea cum să fie ușor, pentru că FitzRoy trecea prin accese de furie urmate de perioade de vie ranchiună. El și Darwin se luau permanent la ceartă, uneori „la limita nebuniei”, după cum își amintea Darwin mai târziu. Călătoriile pe ocean deveneau monotone până la melancolie, și aceasta în momentele bune – fostul căpitan al vasului *Beagle* își trăsesse un glonț în cap într-un moment de depresie solitară, iar FitzRoy provenea dintr-o familie cunoscută pentru tendințele sale depresive. Unchiul său, viconte de Castlereagh, își tăiasse gâtul în deceniul anterior, pe când îndeplinea funcția de cancelar al ministrului de Finanțe. (FitzRoy, la rândul său, avea să se sinucidă prin aceeași metodă în 1865.) Chiar și în momentele sale mai

calme, FitzRoy s-a dovedit a fi extrem de greu de descifrat. Darwin a aflat cu uluire, la încheierea călătoriei, că aproape imediat FitzRoy s-a căsătorit cu o tânără cu care fusese logodit vreme îndelungată. În cei cinci ani petrecuți în compania lui Darwin, acesta nu făcuse niciodată vreo aluzie la logodnă și nu menționase numele fetei.

Însă în toate celelalte privințe, călătoria vasului *Beagle* a fost un triumf. Darwin a trăit aventuri cât pentru o viață întreagă și a acumulat un morman de specimene, suficiente ca să-i aducă o bună reputație și să-l țină ocupat ani de-a rândul. A descoperit o comoară magnifică de fosile antice gigantice, printre care cel mai reușit megateriu cunoscut până în momentul acela; a supraviețuit unui ucigător cutremur de pământ în Chile; a descoperit o nouă specie de delfin (pe care a numit-o, respectuos, *Delphinus fitzroyi*); a desfășurat investigații geologice atente și valoroase prin numeroase locuri din Anzi; a dezvoltat o nouă și foarte apreciată teorie despre formarea atolilor, care sugera, deloc întâmplător, că atolii nu se pot forma în mai puțin de un milion de ani – primul semnal al îndelungatei sale credințe în vechimea extremă a proceselor pământești. În 1836, la vârsta de douăzeci și șapte de ani, s-a întors acasă, după o absență de cinci ani și două zile. Nu a mai părăsit Anglia niciodată.

Ceea ce nu a făcut Darwin în această călătorie a fost să vină cu teoria (sau măcar cu vreo teorie pe tema) evoluției. Trebuie să precizăm că în anii 1830 evoluția era un concept deja vechi de decenii. Însuși bunicul lui Darwin, Erasmus, adusese un omagiu principiilor evoluționiste într-un poem de o delicată mediocritate numit *Templul naturii*, cu mulți ani

înainte ca Charles să se fi născut măcar. Abia după ce tânărul Darwin s-a întors în Anglia și a citit *Essay on the Principle of Population* (Eseu despre principiul populației) de Thomas Malthus (care susținea că sporirea rezervelor de hrană nu va putea niciodată să țină pasul cu creșterea populației, din motive pur matematice), a început să se cristalizeze în mintea lui ideea că viața este o luptă perpetuă și că, prin intermediul selecției naturale, unele specii se dezvoltă, în vreme ce altele eșuează. Mai exact, a observat că toate organismele se află în lupta pentru resurse și că cele care dețin un avantaj înăscut urmează să prospere și să transmită acel avantaj progeniturilor lor. Această metodă urmează să ducă la o permanentă îmbunătățire a speciei.

Părea o idee nemaipomenit de simplă – chiar este o idee nemaipomenit de simplă –, care explica pe dată o mulțime de lucruri, iar Darwin era dispus să își dedice întreaga viață dezvoltării ei. „Ce prost am fost că nu m-am gândit la asta!”, a exclamat T.H. Huxley după ce a citit *Originea speciilor*. Și acest gând și-a găsit numeroase ecouri de atunci încolo.

Interesant este faptul că Darwin nu a folosit expresia „supraviețuirea celui mai bine adaptat” în niciuna dintre lucrările sale (cu toate că și-a exprimat clar admirația). Expresia a fost născocită în 1864, la cinci ani după publicarea *Originii speciilor*, de către Herbert Spencer în *Principles of Biology* (Principiile biologiei). Nici cuvântul „evoluție” nu a apărut în lucrarea sa până la a șasea ediție a *Originii* (moment în care folosirea cuvântului devenise atât de răspândită, încât era greu de evitat), Darwin preferând să folosească în schimb sintagma „descendență cu modificări”. Și, mai presus de toate, concluziile sale nu au fost în niciun fel inspirate de

observațiile pe care le-a făcut în timpul petrecut în Insulele Galápagos asupra diversității interesante a ciocurilor cintezoilor. Povestea, așa cum este ea spusă de regulă (sau cel puțin așa cum ne-o amintim, de obicei, cei mai mulți dintre noi), susține că Darwin, în deplasările sale de la o insulă la alta, a observat că, pe fiecare dintre ele, ciocurile cintezoilor erau adaptate de minune pentru exploatarea resurselor locale – că pe o insulă ciocurile erau scurte și groase, numai bune pentru spargerea nucilor, iar pe o altă insulă ciocurile erau, dimpotrivă, lungi și subțiri, bine adaptate pentru a extrage hrana mișcătoare de prin crăpături – și că aceasta l-a făcut să presupună că păsările nu au fost create în acest fel, ci că, într-o oarecare măsură, s-au creat singure.

În fapt, păsările chiar s-au creat singure, dar nu Darwin a fost acela care a remarcat acest lucru. În momentul călătoriei pe *Beagle*, ca proaspăt absolvent de universitate, el nu devenise încă un naturalist experimentat și de aceea a trecut cu vederea faptul că toate păsările din Galápagos aparțineau aceluiași tip. John Gould, prietenul său ornitolog, a fost cel care și-a dat seama că Darwin descoperise o mulțime de cintezoii cu abilități diferite. Din nefericire, din cauza lipsei de experiență, Darwin nu a notat de pe ce insulă provenea fiecare pasăre (a comis o eroare similară și în privința țestoaselor). A fost nevoie de ani de zile până s-a pus ordine în acest talmeș-balmeș.

Ca rezultat al acestor variate omisiuni și al nevoii de a analiza nenumărate lăzi de specimene diverse de pe *Beagle*, abia în 1842, la cinci ani după întoarcerea în Anglia, Darwin a început în sfârșit să schițeze primele noțiuni din noua sa teorie. Doi ani mai târziu, și-a dezvoltat ideile într-o „schiță”

de 230 de pagini. Apoi a făcut un lucru extraordinar: a pus notele deoparte și, în următorul deceniu și jumătate, s-a ocupat de alte lucruri. A conceput zece copii, a petrecut aproape opt ani scriind o lucrare exhaustivă despre ciripede („Urăsc ciripedele cum nu le-a mai urât cineva vreodată”, a suspinat el la încheierea lucrării, și nici nu e de mirare) și a căzut victimă unor boli ciudate, care l-au lăsat cu o slăbiciune cronică și „impacientat”, după cum se exprima el. Printre simptome se afla întotdeauna o greață cumplită, de obicei însoțită de palpitații, migrene, epuizare, tremurat, pete în fața ochilor, respirație întretăiată, „cap tulbure” și, deloc surprinzător, depresie.

Cauza bolii nu a fost descoperită niciodată. Cea mai romantică, poate chiar cea mai probabilă dintre numeroasele posibilități vehiculate, este aceea că a suferit de boala Chagas, o maladie tropicală trenantă, pe care ar fi putut-o contracta în urma mușcăturii unui gândac, *Triatoma infestans*, în America de Sud. O explicație mai prozaică ar fi aceea că starea lui era de natură psihosomatică. Oricare ar fi fost situația, suferința lui era reală. De multe ori, abia dacă putea lucra la o schiță vreme de douăzeci de minute, uneori nici măcar atât.

În rest, cea mai mare parte a timpului era dedicată unor tratamente din ce în ce mai desperate – plonjări în băi înghețate, cufundări în băi cu oțet, înfășurarea în „lanțuri electrice” care îl supuneau la mici șocuri de curent. Trăia aproape ca un pustnic, părăsindu-și rareori casa din Kent, Down House. Unul dintre primele lucruri pe care le-a făcut la mutarea în locuință a fost să așeze o oglindă la fereastra biroului său, ca să-i poată identifica și, la nevoie, evita pe eventualii vizitatori.

Darwin și-a ținut teoria sub tăcere, pentru că știa prea bine ce furtună avea să producă. În 1844, anul în care și-a pus notițele sub cheie, a apărut o carte numită *Vestiges of the Natural History of Creation* (*Vestigii ale istoriei naturale a creației*), care a trezit mânia violentă a majorității intelectualilor, datorită sugestiei că era posibil ca oamenii să fi evoluat din primate inferioare, fără intervenția unui creator divin. Anticipând scandalul, autorul își luase măsuri de precauție pentru a-și ascunde identitatea, păstrând secretul până și față de cei mai apropiați prieteni ai săi vreme de patruzeci de ani după apariția lucrării. Unii s-au întrebat chiar dacă nu cumva autorul fusese Darwin însuși. Alții l-au suspectat pe prințul Albert. În realitate, autorul era un editor scoțian de succes, o persoană destul de modestă de felul său, pe nume Robert Chambers, iar secretomania sa avea și o motivație practică, la fel de solidă ca și cea personală: firma sa se număra printre marii editori de Biblii^{*2}. *Vestigiile* au fost ocărate din belșug din amvoanele de pe tot cuprinsul Marii Britanii și mult peste granițele ei, dar și-au atras și o considerabilă mânie de factură academică. Aproape un întreg număr din *Edinburgh Review* – optzeci și cinci de pagini – a fost dedicat denigrării cărții, desființând-o complet. Până și T.H. Huxley, un susținător al evoluției, a atacat cartea cu oarecare venin, neștiind că autorul îi era prieten.

Manuscrisul lui Darwin ar fi putut rămâne sub cheie până la moartea sa dacă nu ar fi primit o lovitură neașteptată și alarmantă din Orientul Îndepărtat la începutul verii lui 1858, sub forma unui pachet ce conținea o scrisoare călduroasă din partea unui tânăr naturalist pe nume Alfred Russel Wallace și ciorna unei lucrări, *Despre tendința varietăților de a se*

îndepărta la nesfârșit de tipologia originală, care trasa liniile generale ale unei teorii a selecției naturale care se aseamăna neverosimil de mult cu notițele secrete ale lui Darwin. Până și unele fraze parcă erau copiate după ale sale. „N-am văzut niciodată o coincidență mai izbitoare”, reflecta Darwin cu exasperare. „Și dacă Wallace ar fi avut manuscrisul schiței mele din 1842, tot nu ar fi putut scrie un rezumat mai clar.”

Wallace nu a apărut în viața lui Darwin chiar pe neașteptate, așa cum se sugerează uneori. Cei doi corespundau deja de ceva vreme, iar Wallace, plin de generozitate, îi trimisese nu o dată lui Darwin specimene despre care credea că ar fi putut prezenta interes. În decursul acestor schimburi, Darwin îl avertizase discret pe Wallace că, din punctul său de vedere, subiectul creării speciilor era teritoriul său exclusiv. „În vara aceasta se împlinesc douăzeci de ani (!) de când am făcut primele însemnări legate de cum și în ce fel speciile și varietățile diferă între ele”, îi scrisese el lui Wallace cu ceva timp înainte. „Acum îmi pregătesc lucrarea pentru publicare”, adăuga el, chiar dacă, în realitate, nu pregătea nimic.

Aluzia lui Darwin a trecut neobservată de Wallace – și, în orice caz, este clar că acestuia nu avea cum să îi treacă prin cap că propria teorie se aseamăna aproape până la identificare cu cea care evolua, ca să spunem așa, de vreo două decenii în mintea lui Darwin.

Darwin se confrunta cu o dilemă agonizantă. Dacă s-ar fi grăbit să își dea lucrarea la tipar pentru a-și păstra întâietatea ar fi însemnat să profite de inocenta avertizare a unui admirator îndepărtat. Dar dacă îi lăsa acestuia cale liberă, după cum cereau regulile, în acest caz, destul de discutabile,

ale comportamentului cavaleresc, ar fi pierdut recunoașterea pentru o teorie la care ajunsese pe cont propriu. Teoria lui Wallace era, după cum recunoștea singur, rezultatul unei sclipiri de moment; a lui Darwin era concluzia unor îndelungi ani de efort intelectual metodic, sârguincios, minuțios. Era o nedreptate ucigătoare.

Ca pentru a-i adânci suferința, fiul cel mic al lui Darwin, pe care îl chema tot Charles, se îmbolnăvisese de scarlatină și se găsea într-o stare critică. La apogeul crizei, pe 28 iunie, copilul a murit. Cu toată preocuparea față de boala copilului, Darwin și-a găsit timp să trimită în grabă scrisori către prietenii săi, Charles Lyell și Joseph Hooker, oferindu-se să renunțe la dreptul său, dar remarcând că aceasta ar fi însemnat că toată munca sa, „atât cât însemna ea, va fi anulată”. Lyell și Hooker au propus o soluție de compromis: să prezinte un rezumat al ideilor lui Darwin și Wallace împreună. Scena aleasă era o întrunire a Societății Linnaene care, la acel moment, se zbătea să își croiască drum înapoi pe scena academică a vremii, ca lăcaș al excelenței științifice. La 1 iulie 1858 a fost dezvăluită lumii teoria lui Darwin și Wallace. Darwin nu era de față. În ziua acelei întâlniri, el și soția sa își îngropau fiul.

Prezentarea Darwin-Wallace a fost una dintre cele șapte susținute în acea seară – o alta se referea la flora din Angola – și, dacă vreunul dintre cei aproximativ treizeci de oameni care se aflau în sală a avut cât de cât habar că asistau la momentul de maximă importanță al științei aceluși secol, nu a dat niciun semn că ar înțelege acest lucru. Nu a urmat nicio dezbateri și nici în altă parte evenimentul nu a atras atenția. Darwin a notat cu amuzament undeva că o singură persoană, un anume profesor Haughton din Dublin, a menționat cele

două lucrări într-un articol, iar concluzia sa a fost că „tot ce era nou în ele era fals, iar tot ce era adevărat era vechi”.

Wallace, aflat încă în Orientul Îndepărtat, a auzit de aceste manevre mult după eveniment, dar s-a arătat extrem de amabil și a părut încântat să fie totuși pomenit. Mai mult, întotdeauna după aceea a numit această teorie „darwinism”.

Mult mai puțin îngăduitor față de pretenția lui Darwin la întâietate s-a dovedit a fi un grădinar scoțian pe nume Patrick Matthew, care, fapt cu totul surprinzător, descoperise și el principiile selecției naturale cu mai bine de douăzeci de ani înainte – de fapt, chiar în anul în care Darwin pornise pe *Beagle*. Din nefericire însă, Matthew își publicase opiniile într-o carte numită *Naval Timber and Arboriculture* (*Cheresteaua navală și arboricultura*), care trecuse neremarcată nu doar de Darwin, ci de întreaga lume. Matthew a pornit o ofensivă viguroasă, printr-o scrisoare adresată către *Gardener's Chronicle*, când a văzut că Darwin câștiga aprecierea tuturor pentru o idee care în realitate era a lui. Darwin s-a scuzat fără ezitare, deși a ținut să remarce public: „Cred că nimeni nu se va arăta surprins că nici eu și, aparent, nici un alt naturalist nu am auzit de ideile domnului Matthew, dacă ținem cont de cât de succint au fost prezentate și de faptul că au apărut într-o anexă la o lucrare despre cheresteaua navală și arboricultură”.

Wallace și-a continuat cariera de naturalist și gânditor vreme de încă cincizeci de ani, pe alocuri dovedindu-se a fi unul chiar foarte bun, dar a pierdut tot mai mult girul lumii științifice pe măsură ce a început să se intereseze de idei dubioase precum spiritualismul și posibilitatea ca viața să

existe și altundeva în univers. Așa că teoria a devenit, aproape de la sine, numai a lui Darwin.

Darwin însă s-a simțit permanent chinuit de propriile idei. Vorbea despre sine ca fiind „capelanul diavolului” și a spus că, pentru el, revelarea teoriei echivala cu „mărturisirea unei crime”. Dincolo de orice altceva, știa că teoria o îndurera profund pe preaiubita și pioasa sa soție. Chiar și așa, s-a pus imediat pe treabă și și-a extins manuscrisul într-o lucrare de dimensiunile unei cărți. A numit-o provizoriu *An Abstract of an Essay on the Origin of Species and Varieties through Natural Selection* (*Rezumatul unui eseu despre originea speciilor și varietăților prin selecție naturală*) – un titlu atât de banal și de ezitant, încât editorul său, John Murray, a decis să tipărească doar 500 de exemplare. Dar, după ce i s-a prezentat manuscrisul, însoțit de un titlu ceva mai incitant, Murray și-a reanalizat decizia și a crescut tirajul inițial la 1.250 de exemplare.

Originea speciilor a fost un succes comercial imediat, chiar dacă nu putem spune același lucru despre reacția criticii. În calea teoriei lui Darwin stăteau două obstacole insurmontabile. Avea nevoie de un interval de timp mult mai lung decât era dispus lordul Kelvin să-i acorde și aproape că nu existau fosile care să o susțină. Criticii mai meticuloși l-au întrebat pe Darwin unde erau formele de tranziție la care făcea atât de clar trimitere teoria sa. Dacă specii noi evoluau permanent, atunci istoria fosilelor trebuia să fie presărată din belșug cu o mulțime de forme intermediare, dar acestea nu se găseau nicăieri^{*3}. În realitate, dovezile fosile care existau pe atunci (și multă vreme după aceea) nu atestau nicio formă de viață până la momentul faimoasei explozii din cambrian.

Și iată că acum venea Darwin, care, în ciuda absenței oricăror dovezi, afirma că mărele primitive trebuie să fi adăpostit o bogăție a vieții pe care noi încă nu am descoperit-o, pentru că, din diferite motive, nu a fost conservată. Pur și simplu nu se putea altfel, susținea Darwin. „Pentru moment, nu avem altă soluție decât să considerăm situația drept inexplicabilă; și aceasta poate într-adevăr constitui un argument valid împotriva ideilor exprimate aici”, admitea el cu candoare, dar refuzând să accepte existența unei posibile alternative. În locul unei explicații, el a speculat – inventiv, dar incorect – că s-ar putea ca mărele precambriene să fi fost prea curate pentru a depune sedimente și astfel nu s-au conservat fosile.

Chiar și cei mai apropiați prieteni ai lui Darwin erau tulburați de exuberanța unora dintre afirmațiile sale. Adam Sedgwick, care-i fusese profesor la Cambridge și îl luase cu el într-o expediție geologică în Țara Galilor în 1831, a spus că lectura cărții i-a adus „mai multă durere decât plăcere”. Reputatul paleontolog elvețian Louis Agassiz a respins-o ca fiind o presupunere eronată. Chiar Lyell a conchis cu tristețe: „Darwin merge prea departe”.

T.H. Huxley era nemulțumit de insistența lui Darwin asupra timpilor geologici enormi, pentru că Huxley era saltionist, adică credea în ideea că schimbările de-a lungul evoluției au loc brusc, și nu treptat. Saltioniștii (cuvântul provine de la latinescul *saltus*, însemnând „salt”) nu puteau accepta ideea că organele complicate puteau lua naștere în etape lente. La urma urmei, la ce folosește o zecime de aripă sau o jumătate de ochi? Aceste organe, credeau ei, erau

folositoare numai dacă apăreau de la bun început în forma lor definitivă.

Convingerea era oarecum surprinzătoare pentru un spirit atât de radical ca Huxley, pentru că amintea îndeaproape de o noțiune religioasă extrem de conservatoare, formulată pentru prima oară în varianta sa clasică de teologul englez William Paley în 1802 și cunoscută drept argumentul teleologic (pe baza analogiei). Paley susținea că un om care găsește un ceas de buzunar pe jos, chiar dacă nu a mai văzut niciodată un astfel de obiect, va înțelege imediat că a fost creat de o entitate inteligentă. La fel stăteau lucrurile, după părerea lui, și în natură: complexitatea sa era dovada existenței unui creator și a unui proiect. Noțiunea se bucura de o mare influență în secolul al XIX-lea și i-a dat bătaie de cap și lui Darwin. „Și în ziua de azi, ochiul îmi dă fiori reci”, recunoștea el într-o scrisoare către un prieten. În *Originea speciilor* el admitea: „Mărturisesc fără ezitare că pare neverosimil până la absurd” ca selecția naturală să fi putut produce un astfel de instrument în etape succesive.

Chiar și așa, spre nesfârșita exasperare a susținătorilor săi, Darwin nu numai că a continuat să-și mențină părerea că toate schimbările erau treptate, dar aproape cu fiecare ediție a *Originii* a crescut perioada pe care o considera necesară pentru a permite avansarea evoluției, ceea ce a dus la o tot mai vehementă respingere a ideilor sale. Potrivit istoricului și omului de știință Jeffrey Schwartz, „într-un final, Darwin a pierdut practic toată susținerea de care se mai bucura în rândurile confrăților naturaliști și geologi”.

Dacă ne gândim că Darwin și-a intitulat cartea *Originea speciilor*, este de-a dreptul ironic faptul că singurul lucru pe

care nu l-a putut explica a fost cum iau naștere speciile. Teoria lui sugera un mecanism prin care o specie putea deveni mai puternică, mai dezvoltată sau mai rapidă – într-un cuvânt, mai bine adaptată –, dar nu oferea nicio indicație despre cum poate lua naștere o nouă specie. Un inginer scoțian pe nume Fleeming Jenkin a analizat problema și a observat o lacună în argumentația lui. Darwin credea că orice trăsătură benefică apărută la o generație urma să fie transmisă generațiilor ulterioare, întărind prin aceasta specia. Jenkin a subliniat că o trăsătură favorabilă aparținând unuia dintre părinți nu va deveni dominantă în generațiile următoare, ba chiar se va dilua prin amestec. Dacă torni whisky într-un pahar cu apă, nu faci whisky-ul mai tare, ci mai slab. Iar dacă torni soluția astfel diluată într-un alt pahar de apă, devine și mai slabă. În același fel, orice trăsătură favorabilă introdusă de unul dintre părinți va fi diluată succesiv în urma împerecherilor ulterioare, până când va înceta definitiv să se manifeste. Prin urmare, teoria lui Darwin nu era o rețetă pentru schimbare, ci pentru consecvență. S-ar putea produce din când în când întâmplări norocoase, dar acestea ar dispărea curând sub impulsul general de a aduce totul înapoi la o mediocritate stabilă. Pentru ca selecția naturală să funcționeze, era obligatoriu să se găsească un mecanism alternativ, neexplorat încă.

Necunoscut lui Darwin și restului lumii, într-un colț liniștit al Europei Centrale, la 1.200 de kilometri depărtare, un călugăr retras, pe nume Gregor Mendel, era pe cale să găsească soluția.

Mendel s-a născut în 1822, într-o familie umilă de țărani, într-o regiune înapoiată din Imperiul Austriac, pe actualul teritoriu al Republicii Cehe. Cândva, manualele școlare îl prezentau drept un călugăr de provincie simplu, dar cu un simț al observației bine dezvoltat, ale cărui descoperiri se datorau în bună parte unei serii de coincidențe fericite – fiind rezultatul observării unor trăsături moștenite interesante pe când experimenta la întâmplare cu plantele de mazăre în grădina de zarzavaturi a mănăstirii. În realitate, Mendel avea o educație științifică – studiase fizica și matematica la Institutul de Filosofie din Olomouc și la Universitatea din Viena – și aplica rigoarea științifică în tot ceea ce făcea. Mai mult, mănăstirea din Brno, unde a trăit începând cu 1843, era cunoscută drept un așezământ de știință. Avea o bibliotecă de 20.000 de volume și o tradiție a investigației științifice atente.

Înainte să își înceapă desfășurarea experimentelor, Mendel a petrecut doi ani pregătind speciemenle de control, șapte varietăți de mazăre, pentru a se asigura că respectă standardul speciei. Apoi, cu ajutorul a doi asistenți permanenți, a crescut și a încrucișat în mod repetat hibridii de la 30.000 de plante de mazăre. Era o muncă delicată, care le cerea celor trei bărbați să facă cele mai riguroase eforturi pentru a evita fertilizarea încrucișată accidentală și pentru a observa fiecare variație minusculă în creșterea și înfățișarea semințelor, păstăilor, frunzelor, tulpinilor și florilor. Mendel știa exact ce face.

El nu a folosit niciodată cuvântul „genă” – acesta a fost inventat abia în 1913 într-un dicționar medical englezesc –, dar a fost cel care a inventat termenii „dominant” și „recesiv”. El a stabilit faptul că fiecare sămânță conține doi „factori” sau

elemente, cum le numea el – unul dominant și altul recesiv – și că acești factori, atunci când erau combinați, dădeau naștere unor tipare previzibile în transmiterea trăsăturilor.

El a convertit rezultatele în formule matematice precise. Mendel a petrecut în total opt ani desfășurând aceste experimente, apoi și-a confirmat rezultatele prin noi experimente similare, desfășurate pe flori, porumb și alte plante. Dacă i-am aduce vreo obiecție, am putea spune că abordarea sa era *prea* științifică, pentru că, atunci când și-a prezentat descoperirile la întâlnirile din februarie și martie ale Societății de Istorie Naturală din Brno în 1865, publicul format din aproximativ patruzeci de persoane a ascultat politicos, dar extrem de reticent, deși creșterea plantelor reprezenta o chestiune de mare interes practic pentru mulți dintre ei.

După publicarea raportului lui Mendel, acesta i-a trimis plin de nerăbdare un exemplar marelui naturalist elvețian Karl-Wilhelm von Nägeli, al cărui sprijin era aproape vital pentru șansele de reușită ale teoriei. Din nefericire, Nägeli nu a înțeles importanța descoperirii lui Mendel. El i-a sugerat să încerce să crească vulturică. Mendel s-a supus ascultător, dar și-a dat seama imediat că vulturica nu avea niciuna dintre trăsăturile necesare pentru studiul transferului genetic. Era evident că Nägeli nu citise cu atenție lucrarea ori poate chiar deloc. Frustrat, s-a retras din studiul moștenirii genetice și și-a petrecut restul vieții cultivând legume spectaculoase și studiind albine, șoareci și pete solare, printre multe altele. În cele din urmă, a fost făcut stareț al mănăstirii.

Dar descoperirile lui Mendel nu au fost ignorate atât de categoric pe cât se sugerează uneori. Studiului său i-a fost

rezervat un articol strălucit în *Encyclopaedia Britannica* – pe atunci o publicație a gândirii științifice cu o mult mai mare notorietate decât în prezent – și a fost citat în mod repetat într-o importantă lucrare a germanului Wilhelm Olbers Focke. Mai mult, tocmai pentru că ideile lui Mendel nu s-au pierdut definitiv sub linia de plutire a gândirii științifice, au fost recuperate cu mare ușurință atunci când lumea a fost pregătită să le primească.

Fără ca vreunul dintre ei să fie conștient de aceasta, eforturile cumulate ale lui Darwin și ale lui Mendel au pus bazele tuturor științelor vieții din secolul XX. Darwin a înțeles că toate ființele vii sunt interconectate și că, în ultimă instanță, toate „își regăsesc originile într-o unică sursă comună”; cercetările lui Mendel au dezvăluit mecanismul prin care se putea explica acest lucru. Cei doi ar fi putut cu ușurință să se ajute reciproc. Mendel deținea o ediție în limba germană a *Originii speciilor*, pe care se știe că a citit-o, prin urmare, mai mult ca sigur și-a dat seama de aplicabilitatea cercetărilor sale pentru susținerea teoriilor lui Darwin. Cu toate acestea, se pare că nu a făcut niciun efort pentru a lua legătura cu el. Iar în ce îl privește pe Darwin, se știe că a studiat influența lucrare a lui Focke, cu repetatele sale trimiteri la cercetările lui Mendel, dar nu a făcut conexiunea cu propriile studii.

Lucrul despre care toată lumea este convinsă că apare în argumentația lui Darwin, și anume că oamenii se trag din maimuțe, nu apare absolut deloc, cu excepția unei aluzii trecătoare. Chiar și așa, nu a fost nevoie de un efort prea mare de imaginație pentru a înțelege implicațiile teoriilor lui

Darwin în evoluția oamenilor, iar acestea au devenit imediat subiect de discuție.

Momentul adevărului a venit într-o sâmbătă, pe 30 iunie 1860, la o întâlnire a Asociației Britanice pentru Progresul Științei de la Oxford. Huxley fusese rugat insistent să participe de către Robert Chambers, autorul lucrării *Vestigiile istoriei naturale a creației*, deși acesta nu avea cunoștință încă de legătura lui Chambers cu controversatul volum. Ca întotdeauna, Darwin era absent. Întâlnirea s-a ținut la Muzeul Zoologic din Oxford. În sală s-au înghesuit mai bine de o mie de persoane, iar alte câteva sute au rămas pe dinafară. Oamenii știau că avea să se întâmple ceva important, deși au trebuit să aștepte o vreme, până când un oarecare John William Draper de la Universitatea din New York, un vorbitor cu charisma unui somnifer, și-a croit cu îndârjire drum prin două ore chinuitoare de remarci introductive intitulate *Considerații asupra evoluției intelectuale în Europa în raport cu vederile domnului Darwin*.

Într-un final, episcopul de Oxford, Samuel Wilberforce, a luat cuvântul. Wilberforce fusese informat pe scurt (sau cel puțin așa presupunea toată lumea) despre subiect de către Richard Owen, un antidarwinist înflăcărat, care fusese oaspete în casa episcopului în seara precedentă. Cum se întâmplă aproape întotdeauna cu evenimentele care se termină cu un scandal, relatările despre cele petrecute variază substanțial. În versiunea cea mai mediatizată, Wilberforce și-a luat avânt, s-a întors către Huxley cu un zâmbet sec și i-a cerut să precizeze dacă se consideră înrudit cu maimuțele pe linia bunicului sau a bunicii. Remarca era menită fără îndoială să fie o butadă, dar a fost primită drept o

provocare înghețată. Potrivit propriei relatări, Huxley s-a întors către vecinul său și a șoptit: „Dumnezeu mi l-a dat pe mână”, apoi s-a ridicat, nu fără oarece plăcere.

Însă alții își amintesc de un Huxley tremurând de furie și de indignare. În orice caz, Huxley a declarat că și-ar asuma mai degrabă înrudirea cu o maimuță decât cu cineva care își folosește eminența pentru a înșira bâiguieli nefondate la o întrunire ce se dorea a fi sobră și științifică. Această ripostă era o impertinență scandalosă și, în același timp, o insultă la adresa funcției lui Wilberforce, iar lucrările adunării au degenerat subit într-un vacarm. O anume lady Brewster a leșinat. Robert FitzRoy, companionul lui Darwin pe *Beagle* din urmă cu douăzeci și cinci de ani, se învârtea prin sală fluturând o Biblie și țipând: „Cartea Sfântă, Cartea Sfântă!”. (Venise la conferință pentru a prezenta o lucrare despre furtuni, în noua sa calitate de șef al proaspăt creatului Departament Meteorologic.) Interesant este faptul că, după întâlnire, fiecare parte a pretins că ar fi dominat-o fără drept de apel pe cealaltă.

Într-un târziu, Darwin și-a prezentat explicit convingerea că ne înrudim cu maimuțele în lucrarea *The Descent of Man* (*Descendența omului*) din 1871. Concluzia sa era de-a dreptul îndrăzneată, dacă ne gândim că această noțiune nu era sprijinită de nicio dovadă fosilă. Singurele rămășițe de oameni timpurii cunoscute la acea vreme erau faimoasele oase de neanderthalian din Germania și câteva fragmente incerte de maxilar, în condițiile în care numeroase autorități respectate în materie refuzau să creadă în vechimea lor. *Descendența omului* era, în ansamblu, o lucrare mai incendiară decât *Originea*, dar până la apariția sa lumea se mai desensibilizase

întru câtva, iar argumentele sale au provocat mult mai puțină vâlvă.

Darwin și-a petrecut cea mai mare parte a anilor de la sfârșitul vieții ocupându-se de alte proiecte, între care majoritatea nu s-au apropiat decât tangențial de problema selecției naturale. A petrecut perioade surprinzător de lungi cercetând excrementele păsărilor, în încercarea de a înțelege cum se împrăștie semințele de pe un continent pe altul, și încă și mai mulți ani studiind comportamentul râmelor. Unul dintre experimente consta în a le cânta acestora la pian, dar nu pentru a le distra, ci pentru a vedea cum reacționează la sunete și vibrații. A fost primul care a înțeles cât de importante sunt râmele pentru fertilizarea solului. „Avem motive să ne îndoim că ar exista prea multe alte animale care să fi jucat un rol la fel de important în istoria lumii”, a scris el în capodopera sa pe această temă, *The Formation of Vegetable Mould Through the Action of Worms (Formarea solului organic prin acțiunea râmelor)* (1881), care a fost chiar mai populară decât a ajuns vreodată *Originea speciilor*. Între celelalte cărți ale sale se numără *On the Various Contrivances by which British and Foreign Orchids Are Fertilised by Insects (Despre diferitele mecanisme prin care orhideele din Marea Britanie și din alte părți sunt polenizate de insecte)* (1862), *Expressions of the Emotions in Man and Animals (Exprimări ale emoțiilor la om și animale)* (1872), din care s-au vândut aproape 5.300 de exemplare în prima zi, *The Effects of Cross and Self Fertilization in the Vegetable Kingdom (Efectele autofertilizării și fertilizării încrucișate în regnul vegetal)* (1876) – un subiect care s-a apropiat neverosimil de mult de munca lui Mendel, fără a ajunge la observații de o profunzime similară – și *The*

Power of Movement in Plants (Puterea mișcării la plante). Și, în final, dar nu de ultimă importanță, a depus un efort considerabil în studiul consecințelor endogamiei – o chestiune care pe el îl interesa în mod personal. Întrucât se căsătorise cu verișoara sa, Darwin avea bănuieli amare că unele dintre debilitățile și slăbiciunile fizice și psihice apărute la copiii săi se datorau lipsei de diversitate genetică din arborele genealogic al familiei.

Darwin a fost adesea omagiat și premiat în timpul vieții sale, dar niciodată pentru *Originea speciilor* sau *Descendența omului*. Când Academia Regală i-a decernat prestigioasa Medalie Copley, motivul a fost pentru contribuția sa la dezvoltarea geologiei, zoologiei și botanicii, și nu pentru teoriile sale evoluționiste, iar Linnaean Society a fost de asemenea încântată să-l decoreze pe Darwin, fără să îmbrățișeze însă vederile sale radicale. Nu a fost înnobilit, deși este îngropat în Westminster Abbey – chiar lângă Newton. A murit la Down în aprilie 1882. Mendel a murit doi ani mai târziu.

Teoria lui Darwin a fost cu adevărat acceptată la scară largă abia prin anii 1930 și 1940, odată cu propulsarea unei teorii rafinate numite, cu o oarecare grandoare, Sinteza Modernă, care combină ideile lui Darwin cu cele ale lui Mendel și ale altora. Și pentru Mendel, recunoașterea a venit tot postum, chiar dacă într-o câțva mai devreme. În 1900, trei cercetători care lucrau independent în Europa au redescoperit aproape simultan studiile lui Mendel. Și numai pentru că unul dintre ei, un olandez pe nume Hugo de Vries, părea hotărât să își însușească ideile novatoare ale lui Mendel, pretinzând că i-

ar aparține, un rival a decis să clarifice zgomotos că meritul îi aparține în realitate uitatului călugăr.

Lumea era aproape – dar nu într-un tot – pregătită să înceapă să înțeleagă cum am ajuns noi aici: cum ne-am făcut unii pe ceilalți. Este de-a dreptul uluitor să ne gândim că la începutul secolului XX și chiar ani buni după aceea cele mai evaluate minți ale științei mondiale nu puteau spune clar, într-o formă inteligibilă, de unde vin bebelușii.

Și, după cum vă amintiți, vorbim aici despre oameni care credeau că știința se apropie de final.

*1 O zi de bun augur în istorie: în aceeași zi, în Kentucky se naștea Abraham Lincoln.

*2 Darwin a fost unul dintre puținii care au ghicit corect autorul. Din întâmplare, se afla în vizită la Chambers în ziua în care acesta a primit un exemplar nedefinitivat al ediției a șasea din *Vestigii*, aflată în pregătire. Atenția cu care Chambers a cercetat corecturile l-a dat într-un câțva de gol, deși se pare că cei doi nu au discutat niciodată despre acest subiect.

*3 Printr-o coincidență, în 1861, la apogeul controversei, exact acest gen de dovezi a ieșit la iveală atunci când niște muncitori din Bavaria au descoperit oasele unui arheopterix străvechi, o creatură pe jumătate pasăre, pe jumătate dinozaur (avea pene, dar și dinți). A fost o descoperire impresionantă și folositoare, iar semnificația sa a fost îndelung dezbătută, dar o descoperire singulară cu greu putea fi considerată edificatoare.

Capitolul 26

Din ce-i făcută viața

Dacă cei doi părinți ai dumneavoastră nu s-ar fi unit exact atunci când au făcut-o – poate chiar până la secundă, poate chiar la nanosecundă –, nu ați mai fi fost acum aici. Iar dacă părinții lor nu s-ar fi unit exact la momentul potrivit, iarăși nu ați mai fi fost aici. Și dacă părinții acestora nu ar fi făcut la fel și părinții dinaintea acestora la fel și tot așa, firește, la infinit, iarăși nu v-ați fi aflat aici.

Croiți-vă drum înapoi în timp și veți începe să descoperiți cum se tot adună aceste datorii ancestrale. Mergeți înapoi cu numai opt generații, cam pe vremea când s-au născut Charles Darwin și Abraham Lincoln, și veți vedea deja că existența dumneavoastră depinde de uniunea perfect determinată în timp a două sute cincizeci de persoane. Dacă mergeți mai înapoi, pe vremea lui Shakespeare și a pelerinilor de pe *Mayflower*, aveți nu mai puțin de 16.384 de strămoși care schimbă sânguincios material genetic după un model care, în final, va culmina cu miraculoasa dumneavoastră existență.

Dacă ne întoarcem cu douăzeci de generații în urmă, numărul oamenilor care au procreat în numele dumneavoastră se ridică la 1.048.576. Cu cinci generații înainte de aceasta, existența dumneavoastră depindea de

reproducerea obedientă a nu mai puțin de 33.554.432 de bărbați și femei. Când ajungem cu treizeci de generații în urmă, numărul total de înaintași – și nu uitați că aici nu vorbim de veri, mătuși și alte rude colaterale, ci doar de părinți și părinți ai părinților, într-o linie care duce direct și indubitabil la dumneavoastră – este mai mare de un miliard (1.073.741.824, ca să fim mai exacti). Dacă ne întoarcem cu șaizeci și patru de generații în urmă, pe vremea romanilor, numărul persoanelor ale căror eforturi de cooperare binevoitoare vor fi încununete, într-un târziu, de existența dumneavoastră se ridică la aproximativ un milion de trilioane, care este de câteva mii de ori mai mare decât numărul total de oameni care au trăit vreodată.

Este evident că undeva matematica noastră a luat-o razna. Vreți să știți unde? Răspunsul constă în aceea că nu proveniți dintr-o linie pură. Nu v-ați putea afla aici fără un mic incest – de fapt, o mulțime de incesturi –, chiar dacă suficient de îndepărtat genetic. Având atâtea milioane de strămoși în spate, mai mult ca sigur au existat numeroase situații în care o rudă din linia maternă a familiei a procreat cu vreun văr îndepărtat din linia paternă. Ba chiar, dacă acum partenerul dumneavoastră este cineva din propria rasă și din propria țară, sunt șanse foarte mari ca, într-un anumit punct din arborele genealogic, să fiți rude. Mai mult, dacă priviți în jur într-un autobuz, într-un parc, o cafenea sau orice alt loc aglomerat, *majoritatea* oamenilor pe care-i vedeți vă sunt probabil rude. Dacă auziți pe cineva lăudându-se că se trage din Shakespeare sau William Cuceritorul, ar trebui să răspundeți pe dată: „Și eu!”. În sensul cel mai literal și mai fundamental, toți suntem o mare familie.

În plus, suntem cu toții uimitor de asemănători între noi. Dacă vă comparați genele cu ale oricărei alte ființe umane, în medie, vor fi la fel în proporție de 99,9%. Prin aceasta ne definim ca specie. Diferențele minuscule conținute în acel 0,1% – „în mare, o bază azotată din nucleotidă la o mie”, ca să-l cităm pe geneticianul britanic John Sulston, recent laureat al Premiului Nobel – sunt cele care ne conferă individualitatea unică. În anii din urmă s-au făcut numeroase demersuri în vederea înțelegerii și descrierii cât mai exacte a genomului uman. Dar în realitate nu există un singur genom uman. Fiecare genom uman e diferit, altfel am fi toți identici. Tocmai infinitele recombinații ale genoamelor noastre – în condițiile în care fiecare este aproape identic cu toate celelalte, dar nu perfect identic – ne fac să fim ceea ce suntem atât ca indivizi, cât și ca specie.

Dar ce este mai exact lucrul acesta pe care îl numim genom? Și, că tot veni vorba, ce sunt genele? Păi, trebuie să ne întoarcem din nou la celulă. În interiorul celulei se află nucleul și în interiorul fiecărui nucleu se află cromozomii – patruzeci și șase de mici fâșiuțe complexe, dintre care douăzeci și trei provin de la mamă și douăzeci și trei de la tată. Cu foarte puține excepții, fiecare celulă din corp – 99,999% dintre ele, să spunem – poartă același efectiv de cromozomi. (Excepțiile sunt globulele roșii din sânge, câteva celule din sistemul imunitar, precum și ovulele și spermatozoizii, care, din diverse motive structurale, nu poartă întregul pachet genetic.) Cromozomii reprezintă setul complet de instrucțiuni necesare pentru a vă alcătui și întreține pe dumneavoastră și sunt alcătuiți din benzi lungi din minuscula substanță chimică miraculoasă numită acid dezoxiribonucleic

sau ADN – „cea mai extraordinară moleculă de pe pământ”, după cum a fost ea numită.

ADN-ul există dintr-un singur motiv – ca să creeze alt ADN –, iar în interiorul dumneavoastră aveți o cantitate foarte mare: aproximativ doi metri, îndesat aproape în fiecare celulă. Fiecare secvență de ADN cuprinde circa 3,2 miliarde de semne de cod, suficiente pentru a oferi $10^{1.920.000.000}$ combinații posibile, „ceea ce ne garantează unicitatea în fața oricărui joc al hazardului”, în cuvintele lui Christian de Duve. Și încă ce hazard – un 1 urmat de peste trei miliarde de zerouri. „Cinci mii de cărți de dimensiuni medii nu ne-ar ajunge nici ca să tipărim această cifră”, remarcă de Duve. Priviți-vă în oglindă și reflectați la ideea că sunteți alcătuit din zece mii de trilioane de celule și că aproape fiecare dintre ele conține cam doi metri de ADN puternic compactat și abia acum veți începe să înțelegeți ce cantități din acest material purtați permanent cu dumneavoastră. Dacă am toarce tot ADN-ul dumneavoastră într-un fir subțire, ar ajunge cât să-l întindem de la Pământ la Lună și înapoi, nu o dată sau de două ori, ci de multe, foarte multe ori. Potrivit unei estimări, s-ar putea să aveți în total până la douăzeci de milioane de kilometri de ADN bine răsucit în interior.

Pe scurt, corpul dumneavoastră adoră să producă ADN, fără de care nu ați putea trăi. Și totuși, ADN-ul în sine nu e viu. Nicio moleculă nu e vie, dar în mod special ADN-ul este, ca să spunem așa, inert. Se află „printre moleculele cele mai nonreactive, inerte din punct de vedere chimic, din lumea vie”, după spusele geneticianului Richard Lewontin. Tocmai de aceea, în investigațiile criminalistice poate fi recuperat din urme de sânge sau de spermă de mult uscate și prelevat de pe

oasele străvechilor neandertalieni. Tot aceasta explică de ce cercetătorii au avut nevoie de atât de mult timp pentru a înțelege cum o substanță atât de înșelătoare prin inactivitatea ei – pe scurt, lipsită de viață – poate reprezenta însăși esența vieții.

ADN-ul există ca entitate cunoscută de mult mai mult timp decât v-ați imagina. A fost descoperit încă din, luați aminte, 1869, de Johann Friedrich Miescher, un cercetător elvețian de la Universitatea Tübingen din Germania. Pe când cerceta la microscop puroiul de pe bandajele chirurgicale, Miescher a descoperit o substanță pe care nu o recunoștea și pe care a numit-o nucleină (pentru că se găsea în nucleeele celulelor). La acel moment, Miescher s-a mulțumit să-i observe prezența, dar probabil că nucleina a rămas prezentă în mintea sa, de vreme ce douăzeci și trei de ani mai târziu, într-o scrisoare către unchiul său, a formulat posibilitatea ca aceste molecule să fie agenții din spatele eredității. O observație extraordinară, dar atât de avansată față de rigorile științifice ale vremii sale, încât nu a atras atenția în niciun fel.

În cea mai mare parte a următoarei jumătăți de secol, opinia generală a fost că acest material – numit acum acid dezoxiribonucleic sau ADN – avea cel mult un rol secundar în probleme legate de ereditate. Era prea simplu. Avea doar patru componente de bază numite nucleotide; ceea ce era ca și cum am avea un alfabet cu numai patru litere. Cum era posibil să scrii istoria vieții folosind un alfabet atât de rudimentar? (Răspunsul este că procedăm aproape în același fel în care alcătuim mesaje complexe din simple linii și puncte cu ajutorul codului Morse, prin combinarea și recombinația

lor.) Pe oricine am fi întrebat ne-ar fi spus că ADN-ul nu făcea nimic. Stătea pur și simplu în nucleu, iar în cel mai bun caz lega cromozomul în vreun fel sau adăuga o idee de aciditate la comandă ori îndeplinea vreo altă sarcină de rutină la care nu se gândise încă nimeni. Complexitatea necesară explicării vieții trebuia să fie dată de proteinele aflate în nucleu, toată lumea era convinsă de acest lucru.

Însă înainte de a ignora complet ADN-ul, două întrebări trebuiau să-și găsească răspuns. În primul rând, exista atât de mult – aproape doi metri în fiecare nucleu –, prin urmare era clar că se bucura de o atenție și de o stimă cu totul speciale din partea celulelor. Și, pentru ca totul să fie și mai complicat, apărea recurent în experimente precum suspectul într-un roman polițist. În două studii, cu precădere, unul legat de bacteria *Pneumococcus* și altul despre bacteriofagi (virusi care infectează bacteriile), ADN-ul și-a trădat o importanță care nu putea fi explicată decât dacă i se recunoștea un rol mult mai mare decât cel acceptat de gândirea dominantă a vremii. Dovezile sugerau că ADN-ul era cumva implicat în producerea proteinelor, un proces vital pentru viață, dar la fel de clar era că proteinele erau produse în afara nucleului, la o distanță considerabilă de ADN-ul despre care se presupunea că le coordonează formarea.

Nimeni nu înțelegea cum de reușea ADN-ul să transmită mesaje proteinelor. Răspunsul îl putem da noi acum: ARN-ul, acidul ribonucleic, acționează ca un mediator între cei doi. Este o adevărată ciudățenie a biologiei faptul că ADN-ul și proteinele nu vorbesc aceeași limbă. Vreme de aproape patru miliarde de ani, cele două au reprezentat cel mai măreț tandem al lumii vii și totuși răspund unor coduri

incompatibile, ca și cum unul ar vorbi spaniola, iar celălalt hindi. Pentru a comunica, au nevoie de un mediator, care ia forma ARN-ului. Folosind un fel de funcționar chimic numit ribozom, ARN-ul traduce informațiile din ADN-ul unei celule în termeni pe care proteinele îi pot înțelege și la care pot răspunde.

Însă pe la începutul anilor 1900, acolo de unde ne reluăm noi povestea, suntem încă foarte departe de a înțelege aceste lucruri sau, mai bine spus, departe de a înțelege aproape orice e legat de dubioasa afacere a eredității.

Se simțea în mod evident nevoia acută de noi experimente inspirate și inteligente și, spre norocul nostru, din această eră a răsărit un tânăr cu sânguința și aptitudinile necesare pentru a le duce la bun sfârșit. Numele său era Thomas Hunt Morgan, iar în 1904, la numai patru ani după oportuna redescoperire a experimentelor lui Mendel cu plantele de mazăre, dar încă cu aproape un deceniu înainte ca „gena” să devină măcar un cuvânt, el a început să lucreze cu cromozomii cu o remarcabilă exactitate.

Cromozomii fuseseră descoperiți din întâmplare în 1888 și au fost numiți astfel pentru că absorbau foarte rapid culoarea și puteau fi observați cu ușurință la microscop. Până la sfârșitul secolului, se întărise deja bănuiala că erau implicați în transmiterea trăsăturilor, dar nimeni nu știa cum și nici măcar nu putea afirma cu certitudine dacă așa stăteau lucrurile.

Morgan și-a ales ca obiect de studiu o minusculă și delicată musculiță numită oficial *Drosophila melanogaster*, dar cunoscută popular drept musculița de oțet sau musculița bețivă. Cu toții știm că *Drosophila* e acea insectă fragilă și

incoloră ce pare mânată de o nevoie de nestăvilit de a se îneca în băuturile noastre. Musculița de oțet are anumite avantaje care o fac foarte atractivă ca specimen de laborator: nu impune nicio cheltuială pentru a-i asigura casă și masă, se poate reproduce cu milioanele în sticle de lapte, trece de la ou la adult capabil de reproducere în mai puțin de zece zile și are doar patru cromozomi, numai bine pentru a menține lucrurile la un nivel convenabil de simplitate.

Într-un mic laborator (care, inevitabil de altfel, a devenit cunoscut drept Camera Musculițelor) de la Schermerhorn Hall, Universitatea Columbia din New York, Morgan și echipa lui s-au lansat într-un program de reproducere și încrucișări meticuloase pe milioane de musculițe (există chiar un biograf care vorbește de miliarde, dar probabil că aceasta este o exagerare), iar fiecare musculiță trebuia prinsă cu penseta și examinată cu o lupă de bijutier în căutarea oricărei variații cât de mici a trăsăturilor ereditare. Vreme de șase ani au încercat să producă mutații prin toate mijloacele care le-au trecut prin cap: expunând muștele la radiații și raze X, crescându-le la lumină strălucitoare și întuneric, cocându-le ușor în cuptor, învârtindu-le nebunește în centrifugă, fără ca nimic să funcționeze. Morgan era pe punctul de a renunța când, brusc, a apărut o mutație repetabilă și neașteptată – o muscă avea ochii albi, în locul ochilor roșii obișnuiți. Grație acestei reușite, Morgan și asistenții săi au putut apoi să genereze diformități funcționale, cu ajutorul cărora au urmărit o trăsătură de-a lungul mai multor generații succesive. Aceste metode le-au permis să traseze corelațiile dintre anumite caracteristici și cromozomii individuali,

dovedind într-un final, spre satisfacția cvasigenerală, că acești cromozomi stau la baza eredității.

Însă enigma plana încă asupra următorului nivel de complexitate biologică: misterioasele gene și ADN-ul care le alcătuia. Acestea se lăsau mult mai greu izolate și descifrate. Chiar și în 1933, când lui Morgan i s-a decernat Premiul Nobel pentru munca sa, mulți cercetători încă nu erau convinși că genele există. După cum observa Morgan la acea vreme, întrebarea „Ce sunt genele – sunt reale sau fictive?” era încă un subiect de dezbatere. Poate vă surprinde faptul că oamenii de știință refuzau să accepte drept o realitate fizică ceva atât de fundamental pentru activitatea celulară, dar, așa cum subliniază Wallace, King și Sanders în *Biology: The Science of Life (Biologia: știința vieții)* (acel lucru atât de rar: un manual digerabil), astăzi ne aflăm pe o poziție similară în raport cu procese mentale precum gândirea și memoria. Știm că le avem, evident, dar nu știm ce formă fizică iau sau măcar dacă iau vreuna. La fel au stat lucrurile vreme îndelungată și cu genele. Ideea că putem detașa o genă din corp și o putem da deoparte pentru studiu era la fel de absurdă pentru mulți dintre tovarășii de breaslă ai lui Morgan precum ni se pare nouă astăzi ideea că un cercetător ar putea prinde un gând răzleț și l-ar putea examina la microscop.

Indubitabil era însă faptul că un anumit lucru asociat cu cromozomii coordona întregul proces de multiplicare celulară. Într-un final, în 1944, după cincisprezece ani de eforturi, o echipă de la Institutul Rockefeller din Manhattan, condusă de un canadian genial, dar extrem de nesigur pe sine, pe nume Oswald Avery, a reușit un experiment de o remarcabilă dificultate, prin care o specie de bacterii

inofensive, încrucișate cu ADN străin, a devenit permanent infecțioasă, dovedind concludent că ADN-ul era mult mai mult decât o moleculă pasivă și că acesta era aproape sigur agentul activ al eredității. Mai târziu, biochimistul de origine austriacă Erwin Chargaff a sugerat, mai în glumă, mai în serios, că descoperirea lui Avery valora cât două Premii Nobel.

Din păcate, Avery și-a găsit un oponent agresiv în persoana unuia dintre colegii săi de la institut, un anume Alfred Mirsky, om cu o voință puternică și un antipatic susținător al proteinelor, care a făcut tot ce i-a stat în puteri ca să discrediteze munca lui Avery – inclusiv, se spune, făcând lobby pe lângă autoritățile de la Institutul Karolinska din Stockholm pentru ca Avery să nu primească Premiul Nobel. De acum, Avery avea șaiszeci și șase de ani și obosise. Nemaiputând face față stresului și controverselor, el a demisionat și nu s-a mai apropiat niciodată de vreun laborator. Dar alte experimente din alte părți ale lumii au adus dovezi covârșitoare în sprijinul concluziilor sale și, în curând, s-a dat startul în cursa pentru descoperirea structurii ADN-ului.

Dacă pe la începutul anilor 1950 ați fi fost un om cu patima pariurilor, aproape sigur v-ați fi pariat toți banii pe șansele lui Linus Pauling de la Caltech, cel mai de seamă chimist al Americii, de a desluși structura ADN-ului. Pauling nu avea rival în determinarea structurii moleculelor și fusese un pionier în domeniul cristalografiei cu raze X, o metodă care avea să se dovedească a fi crucială pentru deslușirea esenței ADN-ului. De-a lungul unei cariere absolut remarcabile, avea să câștige două Premii Nobel (în 1954 pentru chimie și în 1962

pentru pace), dar, în cazul ADN-ului, și-a format convingerea neștrămutată că acesta avea forma unei spirale elicoidale triple, și nu duble, de aceea nu a reușit niciodată să pornească pe calea cea bună. În schimb, victoria a revenit unui cvartet surprinzător de cercetători din Anglia care nu au lucrat în echipă, care de multe ori nici nu își vorbeau și care erau în bună măsură novici în domeniu.

Dintre cei patru, cel mai tare s-a apropiat de modelul cercetătorului convențional Maurice Wilkins, care a petrecut o bună parte din anii celui de-al Doilea Război Mondial contribuind la crearea bombei atomice. Doi dintre ceilalți, Rosalind Franklin și Francis Crick, lucraseră în anii de război pentru guvernul britanic în domeniul minelor: Crick la cele care explodează, iar Franklin la cele care dau cărbune.

Cel mai neconvențional din grupul celor patru era James Watson, copilul-minune al Americii, care s-a făcut remarcat ca participant la un program de radio foarte popular numit *The Quiz Kids* (și astfel putea pretinde că măcar în parte fusese o sursă de inspirație pentru membrii familiei Glass din *Frannie și Zooey* și alte lucrări ale lui J.D. Salinger) și care a intrat la Universitatea din Chicago la vârsta de numai cincisprezece ani. Și-a obținut doctoratul înainte de a împlini douăzeci și doi de ani, iar la momentul despre care vorbim lucra la faimosul Laborator Cavendish de la Cambridge. În 1951 era un tânăr stângaci de douăzeci și trei de ani, cu o claie de păr rebel, care în fotografii dă impresia că vrea să se lipească de un magnet puternic din afara cadrului.

Crick, fără vreun doctorat, deși cu doisprezece ani mai în vârstă, nu avea același aer impresionant de hirsut, dar era un pic mai aspru. În relatarea lui Watson el este prezentat drept

gălăgios, curios, certăreț, plin de voie bună, nerăbdător cu oricine întârzia să împărtășească o idee și veșnic în pericolul de a i se cere să-și vadă de drum. Și nici nu avea o pregătire academică în biochimie.

Ei au presupus – corect, după cum s-a dovedit – că, dacă se poate determina forma unei molecule de ADN, atunci se poate vedea și cum funcționează. Ei au sperat să reușească acest lucru, după toate aparențele, depunând cât mai puțin efort dincolo de gândire, iar din aceasta, strict cât era necesar. După cum remarca Watson cu umor (și cu un strop de viclenie) în cartea sa autobiografică *The Double Helix (Dubla elice)*: „Nutream speranța că gena poate fi deslușită fără să învăț niciun pic de chimie”. Nu fuseseră oficial desemnați să se ocupe de ADN, ba chiar la un moment dat li s-a cerut să-și înceteze lucrul. În ochii lumii Watson era specialist în arta cristalografiei, iar Crick se presupunea că lucrează la o teză despre difracția cu raze X a moleculelor mari.

Deși în relatările populare Crick și Watson se bucură de cea mai mare parte a recunoașterii pentru rezolvarea misterului ADN-ului, reușita lor a depins în mod substanțial de activitatea experimentală desfășurată de competitorii lor, ale căror rezultate fuseseră obținute „fortuit”, după exprimarea plină de tact a istoricului Lisa Jardine. Pentru că, cel puțin la început, doi academicieni de la King's College, din Londra, Wilkins și Franklin, le-o luaseră cu mult înainte.

Wilkins, născut în Noua Zeelandă, era o figură retrasă până la limita invizibilității. Un documentar din 1998, realizat de PBS, despre descoperirea structurii ADN-ului – realizare pentru care a împărțit Premiul Nobel din 1962 cu Crick și Watson – reușește să-l ignore aproape complet.

Franklin era personajul cel mai enigmatic dintre toți. Într-un portret deloc flatant, Watson o descrie pe Franklin în cartea sa drept o femeie nerezonabilă, secretoasă, cronic necooperantă și – ceea ce părea să-l enerveze în mod deosebit – lipsită parcă dinadins de orice feminitate. El admite că „nu era lipsită de farmec și ar fi putut arăta uimitor dacă ar fi acordat un interes cât de mic hainelor”, dar, în această privință, ea nu răspundea niciodată așteptărilor. Nici măcar nu folosea ruj, remarcă el cu uimire, iar simțul ei estetic „dovedea tot atâta imaginație cât adolescentele britanice cu pretenții de literate”^{*1}.

Dincolo de toate acestea, ea deținea cele mai bune imagini existente la acea dată ale unei posibile structuri a ADN-ului, realizate cu ajutorul cristalografiei cu raze X, tehnica perfectată de Linus Pauling. Cristalografia fusese aplicată cu succes pentru a trasa modelul atomilor în cristale (de aici și numele), dar moleculele de ADN reprezentau o sarcină mult mai complicată. Singura care reușea să obțină rezultate pozitive din acest proces era Franklin, dar, spre veșnica exasperare a lui Wilkins, ea refuza să își facă publice descoperirile.

Dar dacă Franklin nu era tocmai nerăbdătoare să își dezvăluie descoperirile, la urma urmelor, nici măcar nu o putem învinovăți. În anii 1950, femeile cercetătoare de la King's College erau tratate cu un dispreț oficializat care ar oripila sensibilitățile moderne (în fapt, orice formă de sensibilitate). Indiferent de vârsta sau de realizările lor, nu li se permitea să mănânce în sala de mese principală a colegiului, fiind obligate să stea într-o cameră de serviciu pe care până și Watson a trebuit să o recunoască drept

„înghesuită și sărăcăcioasă”. Și, peste toate acestea, era permanent presată – uneori hărțuită cu asiduitate – să își împărtășească rezultatele cu un trio de bărbați a căror dorință disperată de a le vedea era rareori însoțită de calități mai atrăgătoare, precum respectul. „Mă tem că ne obișnuiserăm să o tratăm întotdeauna cu, să zicem, un aer de superioritate”, își amintește Crick mult mai târziu. Doi dintre acești bărbați aparțineau unei instituții rivale, iar cel de-al treilea le lua partea aproape fățiș. Nu cred că este cineva surprins de faptul că ea își ținea rezultatele bine ascunse sub cheie.

Se pare că Watson și Crick au știut să exploateze în beneficiul lor faptul că Wilkins și Franklin nu se înțelegeau prea bine. Deși cei doi încălcau cu destulă nerușinare teritoriul lui Wilkins, acesta a trecut din ce în ce mai mult de partea lor – ceea ce nu e tocmai o surpriză, având în vedere că Franklin începuse să se comporte într-o manieră de-a dreptul bizară. Deși rezultatele ei arătau că ADN-ul avea categoric o formă elicoidală, ea susținea în fața tuturor că nu era adevărat. Spre disperarea și jena lui Wilkins, după cum ne putem imagina, în vara lui 1952 Franklin a afișat o notiță batjocoritoare la departamentul de fizică de la King's College, care spunea: „Cu mare regret, trebuie să vă anunțăm decesul spiralei ADN în ziua de vineri, 18 iulie 1952... Sperăm că dr. M.H.F. Wilkins va ține o cuvântare în memoria decedatei spirale”.

Rezultatul a fost că în ianuarie 1953 Wilkins i-a arătat lui Watson imaginile lui Franklin, „după toate aparențele, fără cunoștința sau consimțământul ei”. Să spunem că a fost un ajutor semnificativ ar fi o gravă subestimare. Ani mai târziu, Watson a recunoscut că acesta „a fost evenimentul-cheie...

care ne-a mobilizat”. Înarmați cu informații despre forma de bază a moleculei de ADN și cu câteva date importante despre dimensiunile sale, Watson și Crick și-au întesit eforturile. Acum părea că apa curge spre moara lor. La un moment dat, Pauling se îndrepta spre o conferință din Anglia, conferință la care ar fi avut toate șansele să se întâlnească cu Wilkins și să capete suficiente informații pentru a-și corecta concepțiile eronate care îl împinseseră pe o linie de cercetare greșită. Dar pe atunci ne aflam în era McCarthy, iar Pauling s-a trezit reținut pe aeroportul Idlewild din New York, cu pașaportul confiscat, pe motiv că avea un temperament mult prea liberal pentru a i se permite să călătorească în străinătate. Crick și Watson au avut de asemenea norocul, deloc de neglijat, ca fiul lui Pauling să lucreze la Laboratorul Cavendish și să îi țină la curent, cu toată seninătatea inocenței, cu toate progresele și piedicile întâmpinate de tatăl său.

Confruntându-se în continuare cu posibilitatea de a fi întrecuți în orice moment, Watson și Crick s-au cufundat cu fervoare în studiu. Se știa că ADN-ul are patru componente chimice de bază – numite adenină, guanină, citozină și timină – și că acestea se grupează după modele foarte bizare. Jucându-se cu bucățele de carton tăiate în forma moleculelor, Watson și Crick au reușit să își dea seama cum se potrivesc piesele. Din aceasta au alcătuit un model ca la jocul Meccano – poate cel mai faimos din istoria științei moderne –, format din plăcuțe de metal sudate într-o spirală elicoidală, și i-au invitat pe Wilkins, Franklin și restul lumii să-l cerceteze. Orice persoană avizată își putea da seama imediat că problema fusese rezolvată. Era, fără nicio îndoială, o muncă de detectiv ca la carte, cu sau fără ajutorul imaginilor lui Franklin.

Numărul din 25 aprilie 1953 al revistei *Nature* conținea un articol de nouă sute de cuvinte scris de Watson și de Crick și intitulat „O structură pentru acidul nucleic dezoxiribozic”. Era însoțit de articole separate scrise de Wilkins și Franklin. Dar era o perioadă agitată în istoria lumii – Edmund Hillary era pe punctul de a se cățăra pe vârful Everestului, în timp ce Elisabeta a II-a avea să fie curând încoronată –, prin urmare, descoperirea secretului vieții a trecut în mare parte neobservată. A fost menționată pe scurt în *The News Chronicle* și complet ignorată de restul lumii.

Rosalind Franklin nu a primit Premiul Nobel. A murit de cancer ovarian în 1958, la numai 37 de ani, cu patru ani înainte de decernarea premiului. Premiile Nobel nu se acordă postum. Este aproape sigur că apariția cancerului s-a datorat expunerii excesive și repetate la razele X, în contextul muncii ei, și că ar fi putut fi evitat. Într-o biografie recentă și foarte apreciată, Brenda Maddox spunea că Franklin rareori purta șorț de plumb și de multe ori se așeza nepăsătoare în fața fasciculului. Nici Oswald Avery nu a primit vreun Premiu Nobel și a fost de asemenea ignorat în bună măsură de posteritate, dar el a avut cel puțin satisfacția de a-și vedea descoperirile recunoscute. A murit în 1955.

Descoperirea lui Watson și Crick nu a fost confirmată decât în anii 1980. După cum scria Crick într-una din cărțile sale: „A fost nevoie de mai bine de douăzeci și cinci de ani pentru ca modelul nostru de ADN să treacă de la a fi oarecum plauzibil la foarte plauzibil... și de acolo la a fi practic incontestabil corect”.

Chiar și în aceste condiții, odată ce a fost înțeleasă structura ADN-ului, genetica a progresat rapid, astfel încât în 1968 publicația *Science* își permitea deja să includă un articol intitulat „Așa a fost povestea biologiei moleculare”, sugerând – deși pare aproape de neconceput – că travaliul geneticii se apropia de sfârșit.

Evident că, în realitate, era doar un început. Și acum există o mulțime de lucruri legate de ADN din care înțelegem prea puțin, între care nu tocmai nesemnificativă este întrebarea de ce atât de mult ADN pare să nu facă nimic. Nouăzeci și șapte la sută din ADN-ul dumneavoastră nu înseamnă nimic altceva decât lungi fire de material distorsionat – „ADN fără cod” sau „ADN rezidual”, cum preferă să-l numească biochimistii. Numai pe ici, pe colo, de-a lungul fiecărei fâșii, descoperi secțiuni care controlează și organizează funcții vitale. Acestea sunt genele ciudate ale căror funcții ne scapă.

Genele nu sunt nimic mai mult (dar nici mai puțin) decât instrucțiuni pentru crearea proteinelor. Și se achită de această sarcină cu o anume fidelitate plictisitoare. În această privință, seamănă oarecum cu clapele unui pian, fiecare cântând o singură notă și nimic altceva, ceea ce, evident, sună o idee cam monoton. Dar, atunci când combinăm genele așa cum combinăm notele clapelor pianului, putem crea o infinitate de acorduri și melodii. Reunind toate aceste gene, obținem (pentru a continua metafora noastră) marea simfonie a existenței cunoscută sub numele de genom uman.

O comparație alternativă și mult mai frecvent folosită pentru genomul uman este aceea a unui manual de utilizare pentru corp. Prin prisma acestei metafore, cromozomii pot fi vizualizați drept capitole ale cărții, iar genele drept

instrucțiuni individuale pentru crearea proteinelor. Cuvintele cu care sunt scrise instrucțiunile se numesc codoni, iar literele sunt cunoscute drept baze. Bazele – literele alfabetului genetic – constau din cele patru nucleotide menționate cu o pagină sau două în urmă: adenina, timina, guanina și citozina. Deși activitatea lor este de maximă importanță, aceste substanțe nu au în componența lor nimic exotic. De exemplu, guanina conține aceeași substanță care se regăsește din belșug în guano, îngrășământul fosil de la care își trage și numele.

După cum știe toată lumea, forma moleculei de ADN seamănă cu o scară spiralată sau mai degrabă cu o scară de frânghie răsucită: faimoasa spirală dublă. Părțile verticale ale acestei structuri sunt alcătuite dintr-un tip de zahăr numit dezoxiriboză, iar întreaga spirală alcătuiește un acid nucleic – de unde și denumirea de „acid dezoxiribonucleic”. Treptele sunt compuse din două baze care se unesc peste spațiul dintre ele și nu se pot combina decât în două feluri: guanina se cuplează întotdeauna cu citozina, iar timina cu adenina. Ordinea în care apar aceste litere, pe măsură ce urci sau cobori pe scară, reprezintă codul ADN. Identificarea exactă a genelor a constituit obiectul Proiectului Genomului Uman.

Capacitatea singulară a ADN-ului rezidă în modelul său de duplicare. Când vine momentul să producă o nouă moleculă de ADN, cele două fâșii se despart pe mijloc, precum fermoarul la o haină, și fiecare jumătate pleacă să-și formeze un nou parteneriat. Întrucât fiecare nucleotidă de-a lungul unei fâșii se cuplează numai cu o anumită altă nucleotidă, fiecare fâșie servește drept matriță pentru crearea unei noi fâșii compatibile. Dacă ai deține o singură fâșie din propriul ADN, ai putea reconstrui ușor partea compatibilă calculând

parteneriatele necesare: dacă pe treapta cea mai de sus de pe acea fâșie ar fi guanina, atunci ați ști că pe treapta cea mai de sus de pe fâșia pereche trebuie să fie citozina. Și tot așa, vă croiți drum în josul scării calculând toate perechile de nucleotide, pentru ca în final să aveți codul unei noi molecule. Exact același lucru se întâmplă și în natură, cu excepția faptului că natura se mișcă foarte rapid – în doar câteva secunde, ceea ce este o realizare formidabilă.

În cea mai mare parte a timpului, ADN-ul nostru se multiplică precis și obedient, dar ocazional – cam o dată la un milion de cazuri – o literă ajunge în locul nepotrivit. Acest caz este cunoscut drept polimorfism mononucleotidic sau SNP. În general, SNP-ul este îngropat în secvențe de ADN noninformațional și nu are nicio consecință detectabilă asupra corpului. Dar, din când în când, capătă importanță. El poate induce o predispoziție către o boală sau, la fel de posibil, poate aduce un ușor avantaj – de exemplu, mai mult pigment protector sau o producție mai mare de globule roșii în sânge pentru cineva care trăiește la mare altitudine. În timp, aceste modificări slabe se acumulează atât la nivelul indivizilor, cât și la nivelul unor întregi populații, contribuind la formarea individualității lor.

Echilibrul dintre acuratețe și eroare în duplicare este foarte delicat. Dacă apar prea multe erori, organismul nu poate funcționa, dar dacă sunt prea puține, este periclitată capacitatea de adaptare. Într-un organism trebuie să existe un echilibru similar și între stabilitate și inovație. O creștere a numărului de globule roșii din sânge poate ajuta o persoană sau un grup care trăiește la altitudini înalte să se miște și să respire mai ușor, deoarece cu ajutorul lor se poate transporta

mai mult oxigen. Pe de altă parte însă, un număr mai mare de globule roșii va duce la îngroșarea sângelui. Dacă punem prea multe astfel de globule „e ca și cum am pompa ulei”, ca să-l cităm pe Charles Weitz, antropolog la Universitatea Temple. Aceasta îngreunează funcționarea inimii. Prin urmare, cei care trăiesc la altitudini mari beneficiază de o eficientizare a respirației, dar plătesc pentru ea prin creșterea riscului de boli cardiace. Prin astfel de mijloace are grijă de noi selecția naturală a lui Darwin. De asemenea, ea ne ajută să ne explicăm de ce semănăm atât de mult unii cu alții. Pur și simplu evoluția nu ne permite să ne diferențiem prea mult – cel puțin nu fără a ne transforma într-o nouă specie.

Acea diferență de 0,1% dintre genele dumneavoastră și ale mele se explică prin SNP-urile noastre. Comparând însă ADN-ul dumneavoastră cu al unei terțe persoane, procentul de ADN identic ar fi tot de 99%, numai că SNP-urile ar fi plasate în cea mai mare parte în alte puncte. Introducând mai mulți oameni în comparație, vom obține mai multe SNP-uri plasate în și mai multe locuri diferite. Pentru fiecare dintre cele 3,2 miliarde de baze ale dumneavoastră, undeva pe planetă va exista o persoană sau un grup de persoane cu o codificare diferită în acea poziție. Prin urmare, nu numai că este eronat să ne referim la „genomul” uman, ci, dintr-un anumit punct de vedere, nici măcar nu există „un” genom uman. Vorbim mai degrabă de șase miliarde de genoame. Suntem la fel în proporție de 99,9%, dar la fel de bine am putea spune, folosind cuvintele biochimistului David Cox, „că oamenii, în totalitatea lor, nu au nimic în comun și ar fi la fel de corect”.

Dar tot trebuie să explicăm de ce atât de puțin din acel ADN are un scop descifrabil. Deși începe să devină oarecum

descurajator, se pare că, până la urmă, scopul vieții este în realitate acela de a perpetua ADN-ul. Acel 97% din ADN-ul nostru numit de obicei rezidual este alcătuit în mare parte din mănunchiuri de litere care, după spusele lui Matt Ridley, „există cu unicul și banalul scop de a se înmulți”^{*2}. Cu alte cuvinte, cea mai mare parte a ADN-ului dumneavoastră este preocupat nu de dumneavoastră, ci de el însuși: sunteți o mașină ce lucrează în beneficiul lui, și nu el în beneficiul dumneavoastră. Dacă vă mai amintiți, viața vrea pur și simplu să existe, iar ADN-ul exact asta îi permite să facă.

Chiar și atunci când ADN-ul conține informații pentru crearea genelor – atunci când codifică pentru a le crea, după cum spun geneticienii –, nu se gândește neapărat la funcționarea armonioasă a organismului. Una dintre cele mai banale gene pe care le avem se ocupă de o proteină numită revers-transcriptază, căreia nu i se cunoaște niciun fel de funcție benefică pentru organismul ființei umane. Singurul lucru pe care chiar îl face este să dea posibilitatea unor retrovirusi, precum HIV, să se strecoare neobservați în organismul uman.

Cu alte cuvinte, corpul nostru alocă o energie considerabilă producerii unei proteine care nu ne aduce nimic folositor, ba dimpotrivă, uneori ne îngroapă. Corpurile noastre nu au altă soluție decât să o producă, pentru că așa ordonă genele. Suntem doar niște vehicule pentru mofturile lor. În total, aproape jumătate dintre genele umane – cea mai mare proporție cunoscută în vreun organism – nu fac absolut nimic, din câte știm noi, cu excepția faptului că se reproduc.

Într-un anume sens, toate organismele sunt sclavele propriilor gene. De aceea, somonul, păianjenii și alte creaturi

mai mult sau mai puțin nenumărate sunt gata să moară în timpul reproducerii. Dorința de a se reproduce, de a-și perpetua propriile gene este cel mai puternic impuls din natură. Sherwin B. Nuland spunea: „Imperiile cad, eurile explodează, se scriu mari simfonii, iar dincolo de toate acestea se află un unic instinct care se cere satisfăcut”. Din punctul de vedere al evoluției, sexul nu este decât un mecanism de recompensare care să ne încurajeze să ne reproducem, să ne transmitem mai departe materialul genetic.

Oamenii de știință abia dacă începuseră să se obișnuiască cu surprinzătoarea veste că cea mai mare parte a ADN-ului nostru nu face nimic, când a început să se întrevadă o descoperire și mai neașteptată. Mai întâi în Elveția, apoi în Germania, cercetătorii au desfășurat niște experimente destul de bizare care au produs, în mod neașteptat, rezultate deloc bizare. Într-unul dintre acestea, ei au luat gene care controlează dezvoltarea ochiului unui șoarece și le-au introdus în larva unei musculițe de oțet. Se credea că s-ar putea produce ceva interesant și grotesc. În realitate, gena ochiului de șoarece nu doar că a produs un ochi viabil la musculița de fructe, dar, mai mult, a produs un ochi de *musculiță*. Și iată că două creaturi care nu avuseseră niciun strămoș comun în ultimii cinci sute de milioane de ani puteau schimba material genetic ca și cum ar fi fost surori.

Povestea se repeta oriunde specialiștii încercau aceleași experimente. Au descoperit că puteau introduce ADN uman în anumite celule ale muștelor, iar muștele îl acceptau de parcă le-ar fi aparținut. Peste 60% dintre genele umane sunt în esență identice cu cele ale musculițelor de fructe, după cum s-

a dovedit. Cel puțin 90% se corelează la un anumit nivel cu cele ale șoarecilor. (Avem chiar gene identice pentru a produce o coadă, dacă acestea ar fi activate.) Domeniu după domeniu, cercetătorii au descoperit că, orice organism analizau – indiferent dacă erau viermi nematozi sau ființe umane –, de cele mai multe ori studiau practic aceleași gene. Se părea că viața s-a format după un unic set de schițe.

Cercetări mai profunde au relevat existența unui ciorchine de gene master de control, fiecare conducând dezvoltarea unei părți a corpului, care au fost numite gene homeotice (de la cuvântul grecesc care înseamnă „același”) sau gene Hox. Genele Hox au răspuns la întrebarea ce ne-a uimit și ne-a nedumerit atâta vreme, legată de felul în care miliarde de celule embrionare, apărute toate dintr-un unic ovul fertilizat și purtătoare ale unui ADN identic, știu încotro să se ducă și ce să facă – aceasta ar trebui să devină o celulă hepatică, cealaltă trebuie să devină un neuron elastic, alta o picătură de sânge, iar alta sclipirea de pe o aripă plutitoare. Cele care le instruiesc sunt genele Hox și procedează aproape identic pentru toate organismele.

Cantitatea de material genetic și modul în care este organizat nu reflectă neapărat fidel, ba chiar nici măcar la un nivel general, gradul de complexitate a creaturii care îl conține, lucru cât se poate de interesant. Noi avem patruzeci și șase de cromozomi, dar există ferigi care au mai mult de șase sute. Peștele dipnoi (peștele cu plămâni), unul dintre cele mai puțin evolute dintre toate animalele complexe, are de patruzeci de ori mai mult ADN decât noi. Chiar și cel mai banal triton se lăfăie într-o opulență genetică de vreo cinci ori mai impozantă decât a noastră.

Este de la sine înțeles că nu numărul genelor pe care le aveți contează, ci ce faceți cu ele. Și aceasta este o veste foarte bună, pentru că numărul genelor umane a primit o lovitură puternică în ultima vreme. Până de curând se credea că oamenii au cel puțin o sută de mii de gene, poate chiar mai multe, dar numărul s-a redus drastic în urma primelor rezultate ale Proiectului Genomului Uman, care a sugerat o cifră mai aproape de treizeci și cinci sau patruzeci de mii de gene – cam același număr cu cel găsit în iarbă. Descoperirea a fost o surpriză și o dezamăgire în același timp.

Mai mult ca sigur, ați remarcat și dumneavoastră că genele au fost făcute responsabile pentru o mulțime de slăbiciuni umane. De-a lungul timpului, diverși cercetători exaltați s-au lăudat că au descoperit genele responsabile pentru obezitate, schizofrenie, homosexualitate, criminalitate, violență, alcoolism, chiar și cleptomanie sau vagabondaj. Apogeul (sau nadirul) acestei credințe în biodeterminism l-a reprezentat probabil un studiu publicat de revista *Science* în 1980, care susținea sus și tare că femeile sunt genetic inferioare la matematică. În realitate, acum știm că aproape nimic din ceea ce este legat de om nu e atât de simplu și la îndemână.

Este un lucru cât se poate de regretabil, cel puțin dintr-un punct de vedere important, deoarece, dacă am avea gene individuale care să determine înălțimea sau predispoziția pentru diabet ori calviție sau oricare altă trăsătură distinctivă, atunci ar fi ușor – sau cel puțin comparativ ușor – să le izolăm și să ne jucăm de-a reparațiile cu ele. Din nefericire, treizeci și cinci de mii de gene cu o funcționare independentă nu sunt nici pe departe suficiente pentru a produce gradul de complexitate fizică ce dă naștere unei ființe umane

satisfăcătoare. Prin urmare, este de la sine înțeles că genele trebuie să coopereze. Câteva boli – hemofilia, boala Parkinson, boala Huntington și fibroza chistică, de exemplu – sunt provocate de disfuncții ale unor gene individuale, dar, în general, genele disfuncționale sunt eliminate prin selecție naturală cu mult înainte de a deveni o amenințare permanentă la adresa unei specii sau a unei populații. În cele mai multe cazuri, soarta și bunăstarea noastră – până și culoarea ochilor – sunt determinate nu de gene individuale, ci de complexe de gene care acționează împreună. De aceea este atât de dificil să înțelegem cum funcționează întregul și de ce nu vom produce bebeluși la comandă în viitorul cât de cât apropiat.

De fapt, cu cât am aflat mai multe pe parcursul ultimilor ani, cu atât lucrurile au devenit mai complicate. Se adevărește în prezent că până și gândirea afectează felul în care funcționează genele. De exemplu, viteza cu care crește barba unui bărbat depinde parțial de cât de mult se gândește la sex (pentru că gândurile legate de sex duc la o creștere bruscă a testosteronului). La începutul anilor 1990, cercetătorii au atins un nivel și mai adânc de complexitate când și-au dat seama că puteau extrage gene presupuse a fi vitale dintr-un embrion de șoarece, pentru a descoperi apoi că, de multe ori, din acei embrioni se nășteau șoareci nu numai sănătoși, ci chiar mai rezistenți decât frații și surorile lor, cu ale căror gene nu-și făcuse nimeni de lucru. S-a dovedit că, atunci când se distrugau gene importante, altele le luau locul ca să acopere golul. Pentru noi, ca organisme, a fost o veste excelentă, dar nu și pentru nivelul nostru de înțelegere asupra funcționării

celulelor, întrucât a adăugat un grad de complexitate în plus într-o problemă pe care oricum abia începeam să o înțelegem.

În bună parte din cauza acestor factori amplificatori, înțelegerea genomului uman a fost percepută aproape imediat drept un simplu început. Genomul, ne spune Eric Lander de la MIT, este ca o listă de componente pentru corpul uman: ne spune din ce suntem alcătuiți, dar nu ne spune cum funcționăm. Acum avem nevoie de manuale de funcționare – instrucțiuni pentru a-l face să meargă. Însă suntem încă departe de acest lucru.

Prin urmare, acum am pornit în aventura descifrării proteomului uman – un concept atât de recent, încât în urmă cu un deceniu cuvântul *proteom* nici măcar nu exista. Proteomul este biblioteca de informații care creează proteinele. „Din nefericire, proteomul este mult mai complicat decât genomul”, remarca *Scientific American* în primăvara lui 2002.

Și aceasta este o formulare delicată. După cum vă amintiți, proteinele sunt caii de povară ai oricărui sistem viu; în orice moment, este foarte posibil ca o sută de milioane de proteine să acționeze în fiecare celulă. Dacă încerci să o înțelegi, îți dai seama că ai de deslușit o activitate enormă. Mai complicat însă este faptul că funcțiile și comportamentul proteinelor se bazează nu numai pe componența lor chimică, precum în cazul genelor, ci și pe forma lor. Pentru a funcționa, o proteină nu are nevoie numai de o anumită compoziție chimică, ci și de aranjarea într-o formă extrem de precisă. „Structurare” este termenul folosit, dar este înșelător, întrucât sugerează o claritate a formelor care în realitate nu se aplică. Proteinele se

rotesc, se răsucesc și se pliază în forme care sunt în același timp extravagante și complexe. Seamănă mai mult cu niște umerase de sârmă răsucite cu furie decât cu niște prosoape frumos împăturate.

Mai mult, am putea spune că proteinele sunt *swingerii* lumii biologice. În funcție de dispoziție și de circumstanțele metabolice, se vor lăsa fosforilate, glicosilate, acetilate, ubiquitinate, farnesilate, sulfate sau legate de ancore GPI (glicofosfatidilinozitol sau fosfatidilinozitol glicozilat), printre multe altele. Se pare că, de cele mai multe ori, nu au nevoie de prea multe pentru a porni la treabă. Un singur pahar de vin băut, scrie *Scientific American*, va modifica fizic numărul și tipurile de proteine din organismul dumneavoastră. Este o activitate foarte plăcută pentru băutori, dar nici pe departe folositoare geneticienilor care încearcă să înțeleagă ce se întâmplă.

Totul începe să pară de o complexitate aproape imposibilă, iar în unele privințe lucrurile sunt cu adevărat imposibil de complicate. Dar în toate acestea se regăsește și o simplitate fundamentală, datorată unei unități la fel de elementare, care se află la baza mecanismelor vieții. Toate acele procese chimice simple și măiestrite care animă celulele – eforturile de cooperare ale nucleotidelor, transcrierea ADN-ului în ARN – s-au dezvoltat o singură dată și au rămas aproape neschimbate de atunci încolo în întreaga natură. După cum spunea regretatul genetician francez Jacques Monod, doar pe jumătate în glumă: „Tot ce este adevărat despre *E. coli* trebuie să fie adevărat și pentru elefanți, numai că într-o măsură mai mare”.

Orice ființă vie este o dezvoltare a unui unic plan original. Noi, oamenii, suntem niște simple majorări – fiecare dintre noi reprezentând o arhivă mucegăită de adaptări, ajustări, modificări și meșteriri providențiale care se întind pe ultimii 3,8 miliarde de ani. Suntem chiar înrudiți îndeaproape cu fructele și legumele, remarcabil, nu-i așa? Cam jumătate dintre funcțiile care se desfășoară într-o banană sunt în esență identice cu cele care au loc în dumneavoastră.

Oricât de des am repeta acest lucru, nu este niciodată de ajuns: viața este una singură. Aceasta este, și bănuiesc că se va dovedi a fi pentru totdeauna, afirmația cel mai profund adevărată pe care ar putea-o face cineva vreodată.

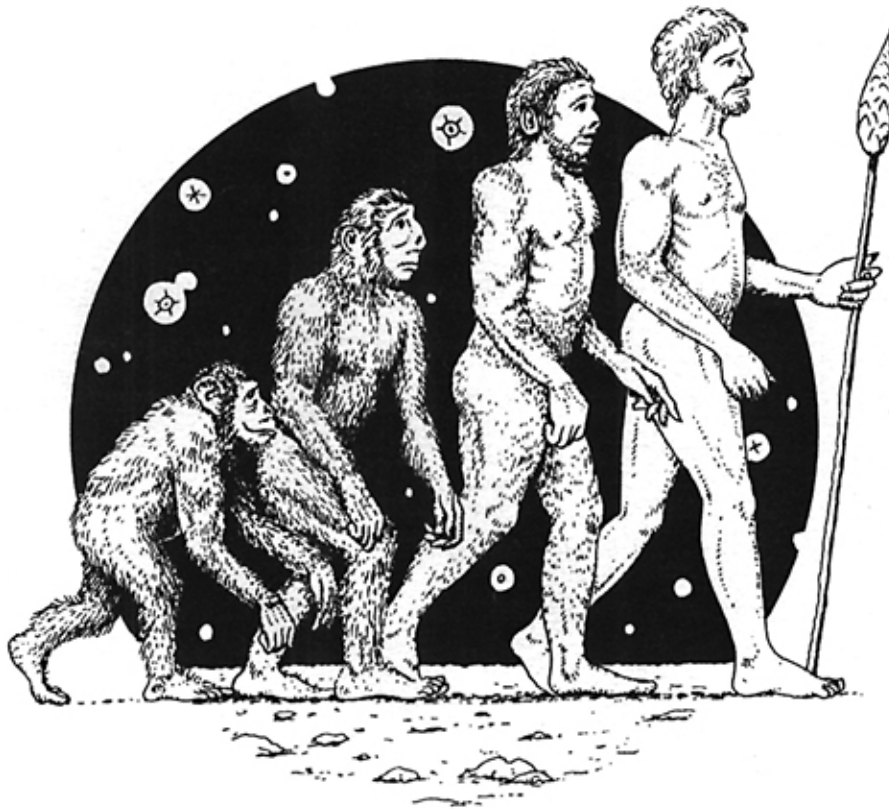
*1 În 1968, Harvard University Press a anulat publicarea cărții *The Double Helix*, după ce Crick și Wilkins s-au plâns de caracterizările conținute, pe care Lisa Jardine le-a descris ca fiind „ofensatoare în mod gratuit”. Descrierile citate mai sus reprezintă varianta îndulcită a comentariilor lui Watson.

*2 ADN-ul rezidual are și el o utilizare. Este porțiunea folosită pentru detectarea amprenteii ADN. Aplicabilitatea sa practică în acest sens a fost descoperită întâmplător de Alec Jeffreys, un cercetător de la Universitatea din Leicester. În 1986, Jeffreys studia secvențe de ADN în căutarea unor markeri genetici asociați cu bolile ereditare, când a fost abordat de doi polițiști care l-au rugat să îi ajute să facă legătura dintre un suspect și două crime. Și-a dat seama că tehnica sa ar trebui să funcționeze perfect pentru soluționarea anchetelor poliției – și chiar așa s-a dovedit a fi. Un tânăr brutar cu improbabilul nume de Colin

Pitchfork (furcă) a primit două sentințe pe viață pentru acele crime.

Partea a VI-a

Calea către noi



„Ne tragem din maimuțe! Dragul meu, să sperăm că nu este adevărat, iar dacă este, să ne rugăm să nu afle toată lumea.”

Remarcă atribuită soției
episcopului de Worcester, după
ce i-a fost explicată teoria lui
Darwin despre evoluție

Capitolul 27

E vremea ghețurilor

„Am avut un vis care nu era deloc vis.
Strălucitorul soare era stins, iar stelele
Pieriseră...”

Byron, *Întuneric*

În 1815, pe insula Sumbawa din Indonezia, un munte frumos și de multă vreme inactiv pe nume Tambora a explodat spectaculos. Suflul său violent și seria de valuri seismice declanșate au ucis o sută de mii de oameni. Nimeni dintre noi, cei aflați acum în viață, nu a mai asistat la o asemenea furie. Explozia Tamborei a fost mult mai mare decât orice a văzut vreodată o ființă umană. A fost cea mai puternică explozie vulcanică din ultimii zece mii de ani – de o sută cincizeci de ori mai puternică decât explozia muntelui St Helens, echivalentul a 60.000 de bombe atomice de dimensiunile celei de la Hiroshima.

În acele vremuri, veștile nu circulau cu prea mare rapiditate. La Londra, *The Times* a publicat o scurtă relatare – de fapt, o scrisoare de la un comerciant – la șapte luni după

eveniment. Până atunci, efectele Tamborei se făcuseră deja resimțite. Două sute patruzeci de kilometri cubi de cenușă fumegândă, praf și pietriș se împrăștiaseră în atmosferă, obturând lumina soarelui și provocând o răcire a Pământului. Apusurile erau neobișnuit de colorate, dar în nuanțe tulburi, un efect surprins memorabil de artistul J.M.W. Turner, pentru care aceasta s-a dovedit a fi o ocazie minunată, dar restul lumii se afla ca sub un clopot de întuneric opresiv. Această obscuritate ucigătoare l-a inspirat pe Byron să scrie versurile citate mai sus.

Nu s-a mai făcut primăvară și nici căldura nu a mai venit în vară: 1816 a ajuns cunoscut drept anul fără vară. Nicăieri nu au mai crescut culturile. În Irlanda, foametea asociată cu o epidemie de febră tifoidă a ucis 65.000 de oameni. În New England, anul a devenit cunoscut drept O Mie Opt Sute Îngheț de Moarte. Bruma de dimineață a continuat să apară până în iunie și aproape nicio sămânță de plantă nu a mai încolțit. Din lipsă de furaje, animalele au murit sau au trebuit sacrificate prematur. A fost un an teribil din toate punctele de vedere – în orice caz, a fost aproape cu certitudine cel mai rău an pentru fermierii vremurilor moderne. Și totuși, temperatura globală a scăzut cu mai puțin de 1 °C. Termostatul natural al Pământului, după cum aveau să afle oamenii de știință, este un instrument de o delicatețe extraordinară.

Secolul al XIX-lea era deja o epocă a frigului. Vreme de două sute de ani, Europa și America de Nord trecuseră printr-o mică eră glaciară, după cum a ajuns ea cunoscută, care a făcut loc la tot felul de evenimente iernatice – târguri pe gheață pe Tamisa, curse de patinaj pe gheață pe canalele olandeze – imposibile în prezent. Cu alte cuvinte, a fost o

perioadă în care răceala ocupa un loc important în mintea oamenilor. Așa că am avea motive să îi iertăm pe geologii secolului al XIX-lea pentru că și-au dat seama cu întârziere că lumea în care trăiau ei era în realitate blândă prin comparație cu epocile trecute și că o bună parte din masa continentală din jurul lor fusese modelată prin sfărâmarea ghețarilor care se ciocneau și prin friguri care ar fi stricat distracția până și la un târg de gheață.

Știau că trecutul ascundea ceva ciudat. Peisajul european era presărat cu anomalii inexplicabile – oasele renilor arctici găsite în sudul cald al Franței, roci enorme eșuate în locuri neverosimile – și, de multe ori, geologii au venit cu explicații inventive, dar nu din cale-afară de convingătoare. Un naturalist francez pe nume de Luc, în încercarea sa de a explica cum de au ajuns blocurile de granit să-și găsească loc tocmai pe înălțimile de calcar din munții Jura, a sugerat că s-ar fi putut ca acestea să fi fost aruncate acolo de aerul comprimat din caverne, asemenea gloanțelor de plută dintr-o pușcă de jucărie. Despre pietrele aflate în locuri nepotrivite se spune că sunt eratice, dar în secolul al XIX-lea termenul părea mai degrabă aplicabil teoriilor decât rocilor.

Marele geolog britanic Arthur Hallam a sugerat că, dacă părintele geologiei din secolul al XVIII-lea, James Hutton, ar fi vizitat Elveția, ar fi observat imediat semnificația văilor sculptate, a striatiilor netezite și a liniilor inconfundabile care indicau vechi maluri, acolo unde fuseseră abandonate rocile, precum și celelalte numeroase indicii care ne semnalau trecerea straturilor de gheață. Din nefericire, lui Hutton nu-i plăcea să călătorească. Dar, chiar pornind exclusiv de la relatări ale unor terțe persoane, Hutton a respins din start

ideea că blocuri mari de rocă ar fi putut fi împinse până la o mie de metri în sus, pe panta muntelui, numai de inundații – el a subliniat că nici toate apele din lume nu ar putea face un bloc de stâncă să plutească – și a fost unul dintre primii care au susținut ideea unei glaciații extinse. Din nefericire, ideile sale au trecut complet neobservate și astfel, încă o jumătate de secol, majoritatea naturaliștilor au continuat să susțină că urmele regulate de pe roci puteau să fi fost lăsate de căruțe sau chiar provocate de cuiele din bocanci.

Țăranii locali, neinfluențați de dogma științifică, înțelegeau însă mai bine cum stăteau lucrurile. Naturalistul Jean de Charpentier povestea cum în 1834 se plimba pe un drum de țară cu un tăietor de lemne elvețian când au început să vorbească despre rocile aflate pe marginea drumului. Tăietorul de lemne i-a spus cu cel mai firesc aer din lume că blocurile de stâncă veniseră de la Grimsel, o zonă de granit aflată la o oarecare depărtare. „Când l-am întrebat cum își imagina că ajunseseră acele pietre pe locurile lor actuale, mi-a răspuns fără ezitare: «Ghețarul din Grimsel le-a transportat pe ambele părți ale văii, pentru că, în trecut, el se întindea până în orașul Berna».”

Charpentier era încântat pentru că și el ajunsese la o părere similară, dar, când ridicase problema la întâlnirile științifice, ideea fusese respinsă. Unul dintre cei mai apropiați prieteni ai săi era un alt naturalist elvețian, Louis Agassiz, care, după o perioadă inițială de scepticism, a ajuns să accepte, ba chiar să își însușească teoria.

Agassiz studiase la Paris sub îndrumarea lui Cuvier, iar acum deținea postul de profesor de istorie naturală la Colegiul Neuchâtel din Elveția. Un alt prieten al lui Agassiz, un botanist

pe nume Karl Schimper, a fost primul care a folosit sintagma „eră glaciară” (în germană, *Eiszeit*) în 1837 și a susținut că existau dovezi clare care indicau că gheața se întinsese cândva în straturi grele nu doar peste Alpii elvețieni, ci și peste o bună parte din Europa, Asia și America de Nord. Era o idee radicală. I-a împrumutat notițele lui Agassiz – apoi a ajuns să regrete amarnic, întrucât acesta primea din ce în ce mai mult recunoașterea pentru ceea ce Schimper simțea cu o oarecare legitimitate că era teoria sa. Și Charpentier a ajuns în final un dușman crunt al vechiului său prieten. Este foarte posibil ca un alt prieten, Alexander von Humboldt, să se fi gândit la Agassiz când a făcut observația că o descoperire științifică trece prin trei etape: la început, oamenii neagă că ar fi adevărată, apoi neagă că ar fi importantă, iar în final acordă recunoașterea cui nu trebuie.

În orice caz, Agassiz și-a însușit complet domeniul. În încercarea sa de a înțelege dinamica glaciațiunilor, a mers peste tot – din adâncurile crevaselor periculoase până pe cele mai abrupte vârfuri ale Alpilor, de multe ori, se pare, fără să fie conștient că el și echipa sa erau primii care ajungeau acolo. Aproape peste tot, teoriile lui Agassiz erau întâmpinate cu un refuz neînduplecat. Humboldt i-a cerut insistent să revină la domeniul în care specializarea sa era recunoscută, fosilele de pești, și să renunțe la această obsesie nebunească a gheții, dar Agassiz era un om posedat de o idee.

Teoria lui Agassiz a găsit și mai puțin sprijin în Marea Britanie, unde majoritatea naturaliștilor nu văzuseră niciodată un ghețar și, în cele mai multe cazuri, nici nu își puteau imagina forța zdrobitoare pe care o poate exercita un bloc masiv de gheață. „Oare chiar se poate ca zgârieturile și

netezirile să se datoreze doar *gheții?*”, se întreba Roderick Murchison pe un ton batjocoritor la una dintre aceste întâlniri, gândindu-se evident la o rocă acoperită de un strat subțire și sticlos. Și, până la sfârșitul vieții sale, și-a exprimat cea mai sinceră neîncredere față de acei geologi „obsedați de gheață” care își închipuiau că ghețarii pot explica atât de multe lucruri. William Hopkins, profesor la Cambridge și membru de seamă al Societății Geologice, susținea aceeași opinie, argumentând că ideea potrivit căreia gheața putea transporta blocuri de piatră conținea „absurdități mecanice atât de evidente”, încât nu era demnă de atenția societății.

Fără să se lase descumpănit, Agassiz a călătorit neobosit pentru a-și promova teoria. În 1840, a citit o lucrare la o întrunire a Asociației Britanice pentru Progresul Științei din Glasgow, la care a fost criticat pe față de însuși marele Charles Lyell. În anul următor, Societatea Geologică din Edinburgh a adoptat o rezoluție prin care recunoștea că teoria ar putea avea oarecare valoare, dar că era absolut sigur faptul că nimic din ea nu se aplica în cazul Scoției.

Într-un târziu, Lyell și-a reconsiderat poziția. Momentul de epifanie s-a produs atunci când și-a dat seama că o morenă, adică o grămadă de sfărâmături de stâncă din apropierea proprietății familiei sale din Scoția, pe lângă care trecuse de sute de ori înainte, putea fi înțeleasă numai dacă accepta ideea că un ghețar o transportase până acolo. Dar, după ce s-a convertit la noua teorie, Lyell și-a pierdut curajul și a refuzat să susțină public ideea glaciațiunilor. Agassiz traversa o perioadă de frustrări. Căsnicia lui era pe butuci, Schimper îl acuza vehement că i-a furat ideile, Charpentier nu-i mai

vorbea deloc, iar cel mai mare geolog în viață nu-i oferea decât o susținere oscilantă și inconsistentă.

În 1846, Agassiz a plecat în America să susțină o serie de conferințe și acolo și-a găsit în sfârșit recunoașterea după care tânjea. Universitatea Harvard i-a oferit o catedră și i-a construit un muzeu de primă mână, Muzeul de Zoologie Comparată. Fără îndoială că l-a ajutat foarte mult și faptul că s-a stabilit în New England, unde iernile lungi erau propice adoptării ideii unor perioade de frig interminabile. De asemenea, a fost de mare folos faptul că, la șase ani după sosirea lui, prima expediție științifică în Groenlanda a atestat faptul că aproape întregul semicontinent era acoperit de un strat de gheață care semăna foarte bine cu stratul străvechi pe care-l descria teoria lui Agassiz. Într-un mult așteptat final, ideile sale începeau să capete rădăcini adevărate. Principala lacună a teoriei lui Agassiz era faptul că erele sale glaciare nu păreau să aibă o cauză. Dar era pe cale să primească ajutor dintr-o direcție neprevăzută.

În anii 1860, jurnalele științifice și alte publicații savante din Marea Britanie au început să primească lucrări despre hidrostatică, electricitate și alte subiecte științifice de la un anume James Croll de la Universitatea Anderson din Glasgow. Una dintre acestea, care descria felul în care variațiile orbitei Pământului ar fi putut declanșa erele glaciare, a fost publicată în *Philosophical Magazine* în 1864 și a fost imediat recunoscută drept o lucrare de cea mai înaltă calitate științifică. Prin urmare, nu mică a fost surpriza, și poate chiar jena, celor implicați atunci când s-a aflat că acest Croll nu era deloc un om de știință al universității, ci doar îngrijitor în cadrul acesteia.

Născut în 1821, Croll a crescut în sărăcie, iar educația lui instituționalizată s-a încheiat la vârsta de treisprezece ani. A avut o mulțime de slujbe – ca tâmplar, agent de asigurări, intendent la un hotel în care alcoolul era interzis –, înainte să găsească slujba de îngrijitor la Universitatea Anderson (acum Universitatea Strathclyde) din Glasgow. După ce a reușit cumva să își convingă fratele să-i facă cea mai mare parte din muncă, el s-a aranjat astfel încât să petreacă numeroase seri liniștite în biblioteca universității, învățând singur fizică, mecanică, astronomie, hidrostatică și celelalte științe la modă în acele zile, iar treptat a început să scrie o serie de lucrări ce puneau un accent deosebit pe mișcările Pământului și efectele acestora asupra climatului.

Croll a fost primul care a sugerat că modificările ciclice ale formei orbitei Pământului, de la elipsă (adică ușor ovală) la aproape cerc și apoi din nou la elipsă, ar putea explica instalarea și retragerea epocilor glaciare. Nimeni nu se mai gândise vreodată să explice variațiile climatice de pe Pământ prin prisma astronomiei. Aproape exclusiv mulțumită convingătoarei teorii a lui Croll, publicul din Marea Britanie a început să devină mai receptiv la ideea că, în anumite momente din trecut, unele părți ale Pământului s-au aflat sub apăsarea gheții. Când i-au fost recunoscute ingeniozitatea și aptitudinile științifice, Croll a primit o slujbă la Institutul Geologic din Scoția și numeroase alte onoruri: a fost făcut membru al Academiei Regale din Londra, al Academiei de Științe din New York și a primit un titlu onorific din partea Universității St Andrews printre multe altele.

Din păcate, tocmai pe când teoria lui Agassiz începuse în sfârșit să își găsească susținători în Europa, acesta era ocupat

să își ducă teoria în sfere tot mai exotice, peste ocean. A început să vadă dovezi ale trecerii ghețarilor practic oriunde își întorcea ochii, inclusiv în apropierea ecuatorului. În final, a ajuns să fie convins că, la un moment dat, gheața acoperise întregul Pământ și distrusese toate formele de viață pe care mai apoi Dumnezeu le recrease. Niciuna dintre dovezile citate de Agassiz nu susținea această idee. Cu toate acestea, în țara sa de adopție, statutul său a tot crescut până când a ajuns la un pas de zeificare. În 1873, la moartea sa, Universitatea Harvard a considerat necesar să numească trei profesori pentru a-i lua locul.

Și totuși, așa cum se întâmplă uneori, teoriile sale s-au demodat rapid. La mai puțin de un deceniu de la moartea sa, succesorul său la catedra de geologie de la Harvard scria că „așa-numitele ere glaciare... atât de populare acum câțiva ani în rândul geologilor glaciațiunilor pot fi acum excluse fără ezitare”.

Parțial, problema se datora calculelor lui Croll, care sugerau că cea mai recentă glaciație ar fi avut loc cu optzeci de mii de ani în urmă, în vreme ce tot mai multe dovezi științifice indicau faptul că Pământul suferise o transformare dramatică mult mai recentă. În lipsa unei explicații plauzibile referitoare la o posibilă cauză a erelor glaciare, teoria a rămas oarecum în suspensie și probabil că ar fi rămas la fel destul de multă vreme dacă nu ar fi existat un om de știință sârb pe nume Milutin Milancovici, care nu avea niciun fel de pregătire științifică în privința mișcărilor cerești – era de meserie inginer mecanic –, dar care, la începutul anilor 1900, a căpătat o pasiune deosebită pentru acest subiect. Milancovici și-a dat

seama că teoria lui Croll păcătuia nu prin aceea că era greșită, ci pentru că era prea simplă.

Pe măsură ce Pământul se mișcă în spațiu, el nu este supus doar variațiilor de lungime și de formă ale orbitei sale, ci și unor schimbări ritmice ale unghiului de orientare față de Soare – înclinația, direcția și rotația –, toate acestea afectând durata și intensitatea cu care căldura Soarelui cade pe fiecare bucățică de sol. Este supus cu precădere la trei schimbări de poziție, cunoscute științific drept oblicitate, precesiune și excentricitate, la intervale lungi de timp. Milancovici s-a întrebat dacă ar putea exista cumva vreo relație între aceste cicluri complexe și instalarea și retragerea erelor glaciare. Dificultatea provenea din aceea că ciclurile aveau lungimi extrem de diferite – aproximativ 20.000, 40.000 și, respectiv, 100.000 de ani, în fiecare caz cu o variație de până la câteva mii de ani –, ceea ce însemna că stabilirea punctelor de intersecție dintre ele de-a lungul unor perioade lungi necesita o serie aproape nesfârșită de calcule de o minuțiozitate extremă. Pe scurt, Milancovici ar fi trebuit să afle unghiul și durata radiației venite de la Soare pe fiecare latitudine a Pământului, pentru fiecare anotimp, pe parcursul a un milion de ani, ajustate în funcție de trei variabile aflate în permanentă schimbare.

Din fericire, acest gen de efort repetitiv se potrivea perfect cu temperamentul lui Milancovici. În următorii douăzeci de ani, chiar și în perioada vacanțelor, a lucrat fără încetare cu creionul și rigla de calcul, alcătuind tabelele ciclurilor – muncă ce acum ar putea fi făcută într-o zi sau două cu ajutorul unui computer. Toate calculele trebuiau făcute în timpul său liber, dar brusc, în 1914, Milancovici a ajuns să

aibă o mulțime de timp liber atunci când a izbucnit Primul Război Mondial, iar el a fost arestat din cauza situației sale de rezervist din armata sârbă. În următorii patru ani, și-a petrecut cea mai mare parte a timpului într-o stare de arest permisiv la domiciliu, în Budapesta, cu unica obligație de a se prezenta la poliție o dată pe săptămână. Restul timpului și-l petrecea lucrând în biblioteca Academiei Ungare de Științe. A fost probabil cel mai fericit prizonier de război care a existat vreodată.

Rezultatul final al mâzgălelilor lui tenace a fost cartea *Mathematical Climatology and the Astronomical Theory of Climatic Changes* (*Climatologie matematică și teoria astronomică a schimbărilor climatice*) din 1930. Milancovici a intuit corect că exista o legătură între glaciațiuni și oscilațiile planetare, chiar dacă, asemenea majorității oamenilor, a presupus că era o înăsprire treptată a iernilor, care a condus la aceste lungi epoci de frig. Cel care a înțeles că procesul era de fapt mai subtil și mai descumpănitor a fost meteorologul ruso-german Wladimir Köppen – socrul prietenului nostru Alfred Wegener, cel cu plăcile tectonice.

Köppen a decis că rădăcinile glaciațiunilor trebuie căutate în verile reci, și nu în iernile aspre. Dacă verile sunt prea reci ca să topească toată zăpada care cade pe o anumită suprafață, o altă parte a luminii care vine de la soare este trimisă înapoi de suprafața reflectorizantă, exacerbând efectul de răcire și provocând căderea unor noi zăpezi. Și astfel, consecința se perpetuează de la sine. Pe măsură ce zăpada se acumulează sub forma unui strat de gheață, regiunea se răcește, facilitând noi acumulări de gheață. Glaciologul Gwen Schultz nota: „Nu neapărat *cantitatea* de zăpadă este cea care conduce la

acumularea straturilor de gheață, ci faptul că zăpada, oricât de puțină, rămâne acolo”. Se crede că o glaciațiune ar putea începe fie și numai de la o singură vară atipică. Zăpada rămasă reflectă căldura și exacerbează efectul de răcire. „Procesul se autoperpetuează, de neoprit, iar gheața începe să se miște de îndată ce se acumulează în cantități suficiente”, spune McPhee. Și așa obținem ghețari în mișcare și o glaciațiune.

În anii 1950, din cauza lacunelor tehnologiei de datare, oamenilor de știință le-a fost imposibil să coreleze ciclurile atent calculate ale lui Milancovici cu datele glaciațiunilor, așa cum erau ele presupuse la acea vreme, motiv pentru care Milancovici și calculele sale au pierdut tot mai mult teren. Acesta a murit în 1958, fără să fi putut dovedi corectitudinea ciclurilor sale. La acel moment, potrivit unui istoric al vremii, „ar fi fost foarte greu să găsești un geolog sau un meteorolog care să considere modelul ceva mai mult decât o curiozitate istorică”. Teoriile sale au fost în sfârșit dovedite abia în anii 1970, odată cu perfecționarea unei metode de datare a sedimentelor vechi din bazinul oceanic pe bază de potasiu-argon.

Numai ciclurile lui Milancovici nu sunt suficiente pentru a explica ciclurile glaciațiunilor. Sunt implicați numeroși alți factori – nu dintre cei mai neimportanți fiind așezarea continentelor, în special prezența maselor continentale peste poli –, dar detaliile acestor implicații nu sunt încă suficient înțelese. Însă s-a sugerat că, dacă am împinge America de Nord, Eurasia și Groenlanda cu numai 500 km spre nord, am ajunge la glaciațiuni permanente. Se pare că suntem oricum foarte norocoși că ne bucurăm cât de cât de vreme bună. Și

mai puțin înțelese sunt ciclurile de îmblânzire relativă dintre două glaciațiuni, cunoscute drept perioade interglaciare. Este ușor deconcertant să te gândești că întreaga istorie a omenirii, cea pe care noi o considerăm importantă – dezvoltarea agriculturii, crearea orașelor, apariția matematicii, a scrisului și a științelor și toate celelalte –, a avut loc într-o perioadă atipică de vreme bună. Perioadele interglaciare precedente au durat numai opt mii de ani, în vreme ce a noastră a depășit deja zece mii.

Realitatea este că ne aflăm încă într-o glaciațiune; doar că este cumva una mai restrânsă – dar mai puțin restrânsă decât își imaginează majoritatea oamenilor. În perioada de vârf a ultimei glaciațiuni, acum circa douăzeci de mii de ani, aproximativ 30% din suprafața continentală a Pământului era sub gheață. Zece la sută încă mai este. (Și alți 14% se află în permafrost.) Trei pătrimi din toată apa dulce a Pământului este și acum sub formă de gheață, iar ambii poli sunt acoperiți de calote glaciare – situație care s-ar putea dovedi unică în istoria Pământului. Poate că nouă ni se pare firesc ca aproape întreaga lume să cunoască ierni cu zăpadă și ghețari permanenți, chiar și în zone temperate, cum ar fi Noua Zeelandă, dar pentru planetă este o situație dintre cele mai neobișnuite.

În cea mai mare parte a istoriei sale, până în vremuri destul de recente, Pământul a fost în general cald, fără zone de gheață permanente. Această epocă de gheață – de fapt, o perioadă glaciară – a început acum circa patruzeci de milioane de ani și a avut faze de la cele mai ucigătoare până la nu tocmai rele. Noi trăim într-unul dintre puținele intervale nu tocmai rele. Perioadele glaciare tind să șteargă urmele

glaciațiunilor precedente, așadar, cu cât ne întoarcem mai mult în trecut, cu atât imaginea este mai schematică, dar se pare că am traversat cel puțin șaptesprezece episoade glaciare severe în ultimii circa două milioane și jumătate de ani – tocmai perioada care coincide cu apariția lui *Homo erectus* în Africa, urmată de evoluția oamenilor moderni. Doi dintre vinovații cel mai des citați pentru actuala perioadă glaciară sunt ridicarea lanțului Himalaya și formarea Istmului Panama, primul pentru că a perturbat curenții de aer, iar al doilea pe cei oceanici. India, cândva o insulă, a intrat cu 2.000 de kilometri în masa continentală asiatică în decursul ultimilor 45 de milioane de ani, ridicând nu doar Himalaya, ci și vastul platou tibetan din spatele său. A apărut ipoteza că relieful mai înalt nu doar că era mai rece, ci a modificat direcția vânturilor, îndreptându-le spre nord și spre America de Nord, crescând astfel posibilitatea unor lungi perioade reci. Apoi, cam acum cinci milioane de ani, din mare a început să se ridice Istmul Panama, închizând culoarul dintre America de Nord și America de Sud, blocând circulația curenților calzi dintre Pacific și Atlantic și schimbând tiparul precipitațiilor în cel puțin jumătate de lume. Una dintre consecințele acestor schimbări a fost uscarea excesivă a Africii, ceea ce a determinat maimuțele să coboare din copaci și să își caute noi posibilități de supraviețuire în savanele care începuseră să ia naștere.

În orice caz, dată fiind dispunerea actuală a oceanelor și a continentelor, se pare că gheața va face parte din viitorul nostru multă vreme de acum înainte. Potrivit lui John McPhee, ne putem aștepta la încă aproximativ cincizeci de episoade

glaciare, fiecare cu o durată de circa 100.000 de ani, înainte să putem spera la un dezgheț mai prelungit.

Până acum 50 de milioane de ani, Pământul nu trecea prin perioade glaciare regulate, dar când apărea una era colosală. Acum circa 2,2 miliarde de ani s-a produs o înghețare masivă, urmată de circa un miliard de ani de căldură. A urmat apoi o glaciațiune chiar mai puternică decât prima – atât de puternică, încât unii oameni de știință numesc perioada în care aceasta a apărut criogen sau superglaciațiunea. Denumirea populară pentru această stare este Pământul-bulgăre de zăpadă.

Dar imaginea bulgărelui de zăpadă este departe de a surprinde asprimea ucigătoare a realității. Teoria spune că o scădere a radiației solare cu circa șase la sută și o scădere a producției (sau retenției) de gaze de seră au împiedicat practic Pământul să își mai păstreze căldura. A devenit un fel de Antarctică generalizată. Temperaturile au scăzut brusc cu până la 45 °C. Ne putem imagina că întreaga suprafață a planetei era înghețată bocnă, că gheața oceanului atingea grosimea de 800 m la latitudini mai mari și de zeci de metri chiar și la tropice.

Toate acestea ridică o problemă serioasă, deoarece dovezile geologice indică prezența gheții peste tot, inclusiv în jurul ecuatorului, în vreme ce datele biologice sugerează cu aceeași claritate că undeva trebuie să fi existat apă lichidă. În primul rând, cianobacteriile au supraviețuit experienței și au reușit fotosinteza. Pentru aceasta, aveau nevoie de lumină solară, dar, așa cum știți, dacă ați încercat vreodată să priviți prin gheață, aceasta devine rapid opacă, iar după câțiva metri

nu mai lasă să treacă niciun pic de lumină. S-au sugerat două posibilități: una ar fi aceea că a mai rămas totuși puțină apă oceanică la suprafață (poate din cauza vreunei încălziri locale deasupra unui punct fierbinte); cealaltă spune că gheața s-ar fi putut forma într-un asemenea mod, încât a rămas totuși translucidă – situație ce apare uneori în natură.

Dacă Pământul ar fi înghețat complet, atunci se ridică extrem de dificila întrebare: cum s-a mai încălzit la loc? O planetă înghețată reflectă o parte atât de mare din căldură, încât ar trebui să rămână înghețată pentru totdeauna. Se pare că salvarea noastră ar fi putut veni din interiorul incandescent al Pământului. Și din nou se pare că suntem îndatorați tectonicii, pentru că ne-a permis să existăm. Ideea ar fi că am fost salvați de vulcani, care și-au croit drum prin suprafața îngropată sub gheață, împingând afară căldură masivă și gazele care au topit zăpezile și au permis formarea unei noi atmosfere. Interesant este faptul că sfârșitul acestui episod al superînghețului a fost marcat de explozia cambriană – primăvara istoriei vieții. În realitate, s-ar putea ca lucrurile să nu se fi petrecut chiar atât de lin. Pe măsură ce se încălzea, Pământul a cunoscut probabil cea mai de temut vreme imaginabilă, cu uragane a căror forță ridica valuri de înălțimea zgârie-norilor și ploi de o intensitate incredibilă.

În tot acest timp, viermii tubulari și moluștele, precum și alte viețuitoare ce trăiau pe fundurile oceanului și-au continuat probabil viața, de parcă nu s-ar fi întâmplat nimic neobișnuit, dar toate celelalte forme de viață de pe Pământ s-au apropiat la limită de dispariția completă. Însă toate s-au întâmplat atât de demult, încât în acest moment pur și simplu nu putem afla mai nimic.

Prin comparație cu violența superglaciațiunii, perioadele glaciare din vremurile mai recente par destul de mărunte, dar ele sunt evident imense în raport cu ceea ce întâlnim acum pe Pământ. Stratul de gheață de la ultima eră glaciară (Wisconsinian), care a acoperit o bună parte din Europa și America de Nord, avea pe alocuri peste trei kilometri grosime și înainta cu o viteză de circa 120 de metri pe an. Trebuie să fi fost o priveliște uluitoare. Chiar și la margine, stratul de gheață ar fi putut avea aproape 800 m grosime. Imaginați-vă cum ar fi să stați la baza unui perete de gheață de o asemenea înălțime. Dincolo de această margine, pe o arie măsurată în milioane de kilometri pătrați, să nu fie nimic altceva decât gheață, prin care nu ar răzbi decât ici și colo câteva dintre cele mai înalte piscuri. Întregi continente s-au încovoiat sub greutatea gheții și, chiar și acum, la 12.000 de ani după retragerea ghețarilor, încă mai încearcă să se ridice la loc. Pe lângă stâncile și lungile șiruri de morene glaciare presărate peste tot, în lenta lor alunecare, straturile de gheață au lăsat în urmă întregi mase continentale – Long Island, Cape Cod și Nantucket sunt doar câteva dintre acestea. Nici nu este de mirare că geologii dinaintea lui Agassiz au avut atâtea dificultăți în a-și imagina monumentală lor capacitate de a remodela peisajul.

Dacă straturile de gheață ar începe să avanseze din nou, nimic din arsenalul nostru nu le-ar putea opri. În 1964, la Prince William Sound, în Alaska, unul dintre cele mai întinse câmpuri glaciare din America de Nord, s-a produs cel mai puternic cutremur de pământ înregistrat vreodată pe acest continent, măsurând 9,2 grade pe scara Richter. De-a lungul faliei, pământul s-a ridicat cu până la șase metri, iar

cutremurul a fost atât de violent, încât apa s-a revărsat în heleșteiele din Texas. Și ce efect a avut această nemaiîntâlnită scuturătură asupra ghețarilor din Prince William Sound? Niciunul! Au înghițit-o și au mers mai departe.

Multă vreme s-a crezut că intrarea și ieșirea din erele glaciare se fac treptat, de-a lungul a sute sau mii de ani, dar acum știm că lucrurile au stat cu totul altfel. Grație ghețarilor din Groenlanda, avem o înregistrare detaliată a climatului de-a lungul unei perioade de peste o sută de mii de ani, iar informațiile de acolo nu sunt deloc liniștitoare. Ele ne arată că cea mai mare parte a istoriei recente a Pământului este departe de imaginea stabilă și liniștită pe care și-a format-o civilizația și că planeta s-a zbugiumat violent între perioade de căldură și răcire aprigă.

Spre finele ultimei mari ere glaciare, acum circa 12.000 de ani, Pământul a început să se încălzească, și încă destul de rapid, pentru ca apoi să cadă brusc înapoi într-un frig mușcător de o mie de ani, eveniment cunoscut în istoria științei drept Younger Dryas. (Numele provine de la argințică, aflată printre primele care au recolonizat Pământul după retragerea ghețarilor. A mai existat și o perioadă numită Older Dryas, dar nu la fel de aspră.) La sfârșitul acestui atac violent de o mie de ani, temperaturile medii au făcut un nou salt înainte cu până la 4 °C în douăzeci de ani; poate nu vi se pare o schimbare dramatică, dar este ca și cum am trece de la climatul scandinav la cel mediteraneean în numai două decenii. La nivel local, schimbările au fost chiar mai dramatice. Ghețarii din Groenlanda ne arată că temperaturile s-au modificat acolo cu până la 8 °C în zece ani, modificând

drastic căderile de precipitații și condițiile de creștere. Chiar și pentru o planetă firav populată, aceasta trebuie să fi fost o destabilizare majoră. În prezent, consecințele ar fi inimaginabile.

Cel mai alarmant este faptul că nu avem nici cea mai vagă idee – absolut niciuna – despre fenomenele naturale care ar putea zdruncina atât de puternic termometrul Pământului. Elizabeth Kolbert remarca într-un articol din *The New Yorker*: „Nicio forță externă cunoscută, nici măcar vreuna dintre cele presupuse, nu pare capabilă să arunce temperatura înainte și înapoi atât de violent și atât de des pe cât ne arată acești ghețari că s-ar fi întâmplat”. Ea adaugă că pare să existe „o vastă și cumplită buclă de feedback” ce implică oceanele și perturbarea tiparelor normale ale circulației oceanice, dar suntem departe de a înțelege toate acestea.

Una dintre teorii spune că influxul masiv de apă topită în mări, la începutul perioadei Younger Dryas, a redus salinitatea și deci densitatea oceanelor nordice, obligând Curentul Golfului să vireze spre sud, asemenea unui șofer care încearcă să evite o coliziune. Lipsite de căldura Curentului Golfului, latitudinile nordice au revenit la starea de îngheț. Dar această teorie este departe de a explica de ce, o mie de ani mai târziu, când Pământul s-a reîncălzit, Curentul Golfului nu a mai deviat ca înainte. Am primit în schimb o perioadă de liniște neobișnuită, cunoscută drept holocen, în care trăim acum.

Nu avem niciun motiv să presupunem că această perioadă de stabilitate climatică ar trebui să mai dureze mult. Ba chiar sunt autorități în materie care cred că ne așteaptă lucruri mult mai rele. Pare firesc să presupunem că încălzirea globală ar putea acționa ca o contrapartidă convenabilă la tendința

Pământului de a cădea înapoi în glaciațiune. Însă, așa cum sublinia Kolbert, când te confrunți cu un climat fluctuant și imprevizibil, „ultimul lucru pe care ți-l dorești este să desfășori asupra lui un experiment vast, imposibil de controlat”. S-a ajuns chiar la sugestia, mult mai plauzibilă decât ar părea la prima vedere, că s-ar putea induce o eră glacială printr-o creștere a temperaturilor. Motivul ar fi că o ușoară încălzire ar crește rata evaporării și ar mări stratul de nori, ceea ce, la latitudini mari, determină acumulări mai accentuate de zăpadă. Mai mult, deși paradoxal, ar fi perfect plauzibil ca încălzirea globală să ducă la o puternică răcire la nivel local în America de Nord și în nordul Europei.

Climatul este rezultatul atâtor variabile – creșterea și scăderea nivelurilor de dioxid de carbon, deplasarea continentelor, activitatea solară, oscilațiile sistematice ale ciclurilor lui Milancovici –, încât este tot atât de dificil să prezici evenimente viitoare pe cât este să le înțelegi pe cele din trecut. Multe ne depășesc pur și simplu. De exemplu, Antarctica: cel puțin douăzeci de milioane de ani după ce s-a așezat peste Polul Sud, Antarctica a fost acoperită de plante, fără pic de gheață. Acest lucru nu ar fi trebuit să fie posibil.

Nu mai puțin curioase sunt câteva tipuri cunoscute de dinozauri târzii. Geologul britanic Stephen Drury scria că pădurile de până la 10° latitudine de la Polul Nord au adăpostit animale mari, inclusiv *Tyrannosaurus rex*. „E un lucru bizar, pentru că la aceste latitudini mari trei luni din an este întineric continuu”, scrie acesta. Mai mult, acum există dovezi că aceste latitudini înalte au cunoscut ierni aspre. Studiile cu izotopi de oxigen sugerează că în regiunea Fairbanks, Alaska, climatul din cretacul târziu era foarte

asemănător cu cel de acum. Și atunci, ce căuta acolo tiranozaurul? Fie migra sezonier pe distanțe enorme, fie își petrecea mare parte din an pe întuneric, în munții de zăpadă. În Australia – care la acea vreme avea o orientare mai polară –, retragerea către climate mai calde era imposibilă. Nu putem decât să ne imaginăm cum au reușit dinozaurii să supraviețuiască în asemenea condiții.

Nu ar trebui să scăpăm din vedere faptul că, dacă straturile de gheață ar începe să se formeze din nou, indiferent din ce motiv, acum au și mai multă apă din care să se aprovizioneze. Marile Lacuri, Golful Hudson, nenumăratele lacuri ale Canadei – niciunul dintre ele nu exista pe vremea ultimei glaciațiuni. Acestea nu au alimentat-o, ci au fost create de ea.

Pe de altă parte, următoarea fază a istoriei noastre ar putea însemna topirea unei cantități considerabile de gheață, și nu formarea ei. Dacă toate calotele glaciare s-ar topi, nivelul mării ar crește cu 60 de metri – cât înălțimea unei clădiri cu douăzeci de etaje – și toate orașele de pe coastă din întreaga lume ar fi inundate. Pe termen scurt, mai probabilă pare prăbușirea calotei glaciare din vestul Antarcticii. În ultimii cincizeci de ani, apele din jurul său s-au încălzit cu 2,5 °C, iar blocurile de gheață prăbușite s-au înmulțit dramatic. O prăbușire a întregii calote este cu atât mai probabilă, având în vedere profilul geologic de sub ghețari. În acest caz, nivelul mării la scară globală ar crește – și încă destul de rapid – în medie cu 4,5 până la 6 metri.

Extraordinar este faptul că noi nu știm care alternativă este mai probabilă: un viitor în care ne așteaptă eoni întregi de frig ucigător sau un viitor la fel de nemăsurat de căldură vapoasă. Un lucru este cert: trăim pe muchie de cuțit.

În treacăt fie spus, pe termen lung, erele glaciare nu sunt nici pe departe rele pentru planetă. Ele sfărâmă rocile, lăsând în urmă soluri noi de o incredibilă bogăție și creează noi lacuri cu apă dulce, care asigură posibilități extinse de hrănire pentru sute de specii de ființe. Tim Flannery remarca: „Pentru a determina soarta oamenilor de pe un continent, trebuie să-ți pui o singură mare întrebare despre acel continent: a avut o bună glaciațiune?”. Și, cu acest gând în minte, este timpul să ne ocupăm de o specie de maimuțe care a avut o eră glaciară chiar foarte bună.

Capitolul 28

Misteriosul biped

Chiar înainte de Crăciunul lui 1887, un tânăr medic olandez cu un nume foarte neerlandez, Marie Eugène François Thomas Dubois^{[*1](#)}, a sosit în Sumatra, în Indiile Orientale Olandeze, cu intenția de a descoperi cele mai timpurii rămășițe omenești de pe Pământ.

Această aventură avea câteva aspecte extraordinare. Pentru început, nimeni nu mai plecase vreodată în căutare de oase omenești străvechi. Tot ceea ce fusese descoperit până atunci era o întâmplare și nimic din biografia lui Dubois nu sugera că acesta ar fi fost candidatul ideal pentru a demara un proces deliberat. Era, ca pregătire, anatomist, fără cunoștințe de paleontologie, și nici nu exista vreun motiv special să presupunem că în Indiile Orientale ar exista rămășițe ale oamenilor primitivi. Logica spunea că, dacă aveau să fie descoperite rămășițele oamenilor străvechi, aceasta urma să se întâmple pe o masă continentală largă și îndelung populată, nu pe un arhipelag ca o fortăreață izolată. Dubois era mânat spre Indiile Orientale doar de o bănuială, disponibilitatea unei slujbe și o informație potrivit căreia Sumatra era plină de peșteri, mediul în care fuseseră descoperite până atunci cele mai importante fosile hominide^{[*2](#)}. Cel mai surprinzător dintre

toate aceste lucruri – am putea spune chiar aproape miraculos – este că el a găsit ceea ce căuta.

În momentul în care Dubois își concepea planul de cercetare a verigii lipsă, inventarul fosilelor umane era foarte sumar: cinci schelete incomplete de oameni de Neandertal, un maxilar parțial de proveniență necunoscută și vreo șase oameni din era glaciară, descoperiți cu puțin timp înainte de muncitorii de la căile ferate, într-o peșteră de lângă stânca numită Cro-Magnon, în apropiere de Les Eyzies, Franța. Dintre speciile de oameni de Neandertal, cel mai bine conservat zăcea nebăgat în seamă pe o etajeră din Londra. Fusesse descoperit de muncitorii care dinamitau piatră într-o carieră din Gibraltar în 1848, prin urmare, conservarea în sine era o minune, dar nimeni nu apreciasse încă, din nefericire, valoarea sa. După ce a fost descris pe scurt la o întâlnire a Societății Științifice a Gibraltarului, a fost trimis la Hunterian Museum, unde a rămas neatins, cu excepția ocazionalelor ștergeri de praf, vreme de peste o jumătate de secol. Prima descriere formală a fost făcută abia în 1907 de către un geolog pe nume William Sollas, un om „cu competențe vagi în anatomie”.

Așadar, renumele și recunoașterea pentru descoperirea primelor rămășițe de oameni străvechi i-au revenit Văii Neander din Germania – și aceasta nu este rău deloc, se pare, pentru că, printr-o bizară coincidență, *Neander* înseamnă în limba greacă „om nou”. În 1856, lucrătorii de la o altă carieră au descoperit în peretele unei stânci de deasupra râului Düssel niște oase cu aspect bizar, pe care i le-au dat unui învățător din localitate, despre care știau că este interesat de toate lucrurile naturale. Spre marele său merit, profesorul, pe

nume Johann Karl Fuhlrott, și-a dat seama că oasele aparțineau unui nou tip de oameni, chiar dacă detaliile despre ce fel de tip și cât de special era urmau să fie subiect de mare dispută mulți ani după aceea.

Mulți au refuzat să accepte până și faptul că oasele neandertaliene erau foarte vechi. August Mayer, profesor la Universitatea din Bonn și un om cu mare influență, a insistat că oasele îi aparțineau de fapt unui soldat cazac mongol care fusese rănit pe când lupta în Germania, în 1814, și se târâse până în peșteră ca să moară acolo. Auzind asta, englezul T.H. Huxley a constatat sec cât de remarcabil era faptul că soldatul, deși rănit de moarte, se cățăraseră pe o stâncă înaltă de douăzeci de metri, se debarasase de haine și de toate efectele personale, închisese ermetic intrarea în peșteră și se îngropase la o jumătate de metru sub pământ. Un alt antropolog, încercând să explice linia accentuată a sprâncenelor neandertalianului, a sugerat că ar fi fost rezultatul unei îndelungate încruntări, datorată unei fracturi prost vindecate a antebrațului. (În graba lor de a respinge ideea oamenilor primitivi, autoritățile erau de multe ori dispuse să înghită cele mai bizare posibilități. Cam în același moment în care Dubois se pregătea să plece în Sumatra, un schelet descoperit în Périgueux a fost declarat cu mare siguranță ca fiind de eschimos. Nu s-a explicat niciodată prea clar cam ce făcea mai exact un eschimos în sud-vestul Franței. De fapt, era un Cro-Magnon timpuriu.)

Cam în acest context își începe Dubois căutarea rămășițelor oamenilor primitivi. Nu s-a apucat să sape el însuși, ci a folosit cincizeci de pușcăriași pe care i-i împrumutase autoritatea olandeză. Vreme de un an, au lucrat

în Sumatra, apoi s-au mutat în Java, iar acolo, în 1891, Dubois – sau mai bine zis echipa lui, pentru că Dubois însuși rareori vizita siturile de excavări – a descoperit o secțiune de craniu primitiv, cunoscută acum sub numele de calota de la Trinil. Deși era doar o parte de craniu, aceasta a arătat că deținătorul său avea trăsături nonumane distincte, dar un creier mult mai mare decât al oricărei maimuțe. Dubois l-a numit *Anthropithecus erectus* (schimbat mai târziu în *Pithecanthropus erectus*, din motive tehnice) și l-a declarat ca fiind veriga lipsă dintre maimuță și oameni. Curând, a devenit cunoscut sub numele de „Omul de Java”, pe care noi îl știm astăzi sub numele de *Homo erectus*.

În anul următor, muncitorii lui Dubois au descoperit un femur practic complet, care arăta surprinzător de actual. Mulți antropologi cred că el chiar este actual și că nu are nimic de-a face cu Omul de Java. Dacă însă este un femur de *erectus*, nu seamănă cu niciun altul găsit de atunci încolo. Cu toate acestea, Dubois a folosit femurul pentru a deduce – corect, după cum s-a dovedit – că *Pithecanthropus* era biped. De asemenea, pornind numai de la o bucătică de craniu și de la un dinte, el a produs un model complet de craniu, care s-a dovedit la rândul său aproape incredibil de exact.

În 1895, Dubois s-a întors în Europa, așteptându-se la o primire triumfală. În realitate, a fost întâmpinat cu o reacție aproape adversă. Majoritatea oamenilor de știință au respins atât concluziile sale, cât și maniera arogantă în care le-a prezentat. Calota, s-a spus, aparținea unei maimuțe, probabil unui gibbon, și nu unui om primitiv. În speranța că îi va susține cauza, Dubois i-a permis în 1897 unui anatomist respectat de la Universitatea din Strasbourg, Gustav Schwalbe, să facă un

mulaj al craniului. Spre disperarea lui Dubois, Schwalbe a produs, pornind de la mulaj, o monografie care s-a bucurat de mult mai multă simpatie și atenție decât tot ce a scris Dubois vreodată, apoi a inițiat un turneu de conferințe în care a fost ovaționat cu multă căldură, de parcă ar fi dezgropat el însuși craniul. Uluit și dezgustat, Dubois s-a retras în anonimat pe un banal post de profesor de geologie la Universitatea din Amsterdam și în următoarele două decenii a refuzat să lase vreo persoană să-i examineze prețioasele fosile. A murit nefericit în 1940.

Între timp, pe partea cealaltă a globului, la sfârșitul lui 1924, Raymond Dart, șeful catedrei de anatomie de la Universitatea Witwatersrand din Johannesburg, a primit un craniu mic, dar remarcabil de complet al unui copil, cu fața intactă, cu mandibula inferioară și cu ceea ce se numește un mulaj endocranian – un mulaj natural al creierului – dintr-o carieră de calcar de la marginea deșertului Kalahari, într-un loc nisipos numit Taung. Dart și-a dat seama imediat că acel craniu din Taung nu aparținea unui *Homo erectus*, precum Omul de Java al lui Dubois, ci unei creaturi mai timpurii, mai apropiată de maimuță. I-a plasat vârsta la două milioane de ani și l-a numit *Australopithecus africanus* sau „Omul-maimuță sudic din Africa”. Într-un articol din revista *Nature*, Dart a numit rămășițele de la Taung „extrem de omenești” și a sugerat că se simțea nevoia creării unei noi familii, *Homo simiadae* („Omul-maimuță”), pentru a încadra descoperirea.

Autoritățile în materie au dat dovadă de și mai puțină bunăvoință față de Dart decât avuseseră față de Dubois. Aproape tot ceea ce era legat de teoria sa – sau de persoana lui

– îi deranja. Pentru început, se dovedise mult prea sigur de el atunci când desfășurase analiza de unul singur, în loc să ceară ajutorul unor experți mai bine cotați în lumea academică. Chiar și alegerea numelui de *Australopithecus* dovedea lipsa înclinațiilor sale academice, prin combinația de rădăcini grecești și latinești. Mai presus de toate, concluziile sale sfidau înțelepciunea tradițională. Toată lumea era de acord că oamenii și maimuțele își despărțiseră drumurile acum mai bine de cincisprezece milioane de ani, în Asia. Dacă oamenii apăruseră în Africa, asta însemna că noi suntem *negroizi*? Era ca și cum cineva ar spune astăzi că a găsit oase străvechi de oameni în Missouri, de exemplu. Pur și simplu nu se potrivea cu cele cunoscute până atunci.

Singurul susținător important al lui Dart a fost Robert Broom, medic și paleontolog de origine scoțiană, cu o minte strălucită și o fire adorabilă prin excentricitatea sa. De exemplu, Broom avea obiceiul să își desfășoare munca de teren dezbrăcat atunci când era cald afară, ceea ce se întâmpla destul de des. De asemenea, era cunoscut pentru că desfășura experimente anatomice dubioase pe pacienții săi mai săraci și mai îngăduitori. Când pacienții mureau, ceea ce se întâmpla de asemenea destul de des, îi îngropa uneori în curtea din spatele casei sale, ca să-i dezgroape mai târziu pentru cercetări.

Broom era un paleontolog experimentat și, întrucât și el locuia în Africa de Sud, a putut să examineze craniul de la Taung în mod direct. Și-a dat seama imediat că era foarte important, exact așa cum spusese Dart, și a susținut public cu tărie cauza lui Dart, dar fără niciun rezultat. În următorii cincizeci de ani, teoria acceptată a fost aceea că tânărul de la

Taung era o maimuță și nimic mai mult. Majoritatea cărților de specialitate nici măcar nu-l menționau. Dart și-a petrecut cinci ani lucrând la o monografie, dar nu a găsit pe nimeni care să i-o publice. În cele din urmă, a renunțat cu totul la dorința de a publica vreo lucrare (deși și-a continuat vânătoarea de fosile). Ani de-a rândul, craniul – recunoscut azi drept una dintre comorile cele mai de preț ale antropologiei – a stat pe biroul unui coleg, ca prespapier.

În momentul în care Dart și-a făcut publică descoperirea, în 1924, erau cunoscute doar patru categorii de hominizi străvechi – *Homo heidelbergensis*, *Homo rhodesiensis*, Neandertal și Omul de Java al lui Dubois –, dar toate acestea aveau să se schimbe, și încă radical.

Mai întâi, în China, un talentat amator canadian pe nume Davidson Black a început să scotocească printr-un loc numit Dealul Osului de Dragon, cunoscut localnicilor drept un loc faimos pentru vânătoarea de oase vechi. Din nefericire, în loc să conserve oasele pentru studiu, chinezii le măcinau pentru a fabrica leacuri. Nu ne rămâne decât să ghicim câte oase neprețuite de *Homo erectus* au sfârșit sub forma echivalentului chinezesc al aspirinei. Situl fusese serios sărăcit înaintea sosirii lui Black, dar el a descoperit un unic molar fosilizat și, exclusiv pe baza lui, a anunțat cu o strălucită intuiție descoperirea lui *Sinanthropus pekinensis*, care a devenit cunoscut sub numele de Omul de Pekin.

La insistențele lui Black, s-au întreprins excavări mai detaliate și s-au descoperit numeroase alte oase. Din nefericire, toate s-au pierdut a doua zi după atacul japonez de la Pearl Harbor din 1941, când un detașament de pușcași marini americani au încercat să strecoare oasele (și pe ei

înșiși) afară din țară, dar au fost prinși de japonezi și încarcerati. Când au văzut că bagajele lor nu conțineau decât oase, soldații japonezi le-au abandonat la marginea drumului. Atunci au fost văzute pentru ultima oară.

În acest timp, pe vechile câmpuri ale lui Dubois din Java o echipă condusă de Ralph von Koenigswald a descoperit un alt grup de oameni primitivi, care au devenit cunoscuți sub numele de Oamenii de Ngandong, de la numele locului unde au fost găsiți, pe râul Solo din Ngandong. Poate că descoperirile lui Koenigswald ar fi fost mai impresionante dacă nu ar fi comis o eroare tactică, de care și-a dat seama prea târziu. El le-a oferit localnicilor câte zece cenți pentru fiecare os de hominid pe care i-l aduceau, ca să descopere apoi cu oroare că aceștia spărseseră cu un entuziasm debordant bucățile mari în unele mai mici, ca să-și mărească profitul.

În anii următori, pe măsură ce se descopereau și se identificau mai multe oase, a apărut o invazie de nume noi – *Homo aurignacensis*, *Australopithecus transvaalensis*, *Paranthropus crassidens*, *Zinjanthropus boisei*, aproape toate implicând noi genuri și noi specii. Până prin anii 1950, numărul tipurilor de hominizi denumiți depășise o sută. Pentru a mări confuzia, unele forme particulare au cunoscut adesea o succesiune de nume diferite, pe măsură ce paleoantropologii cizelau, revizuiau și se tot ciorovăiau pe clasificări. Oamenii de Ngandong au fost cunoscuți sub diverse nume: *Homo soloensis*, *Homo primigenius asiaticus*, *Homo neanderthalensis soloensis*, *Homo sapiens soloensis*, *Homo erectus erectus* și, în final, *Homo erectus* simplu.

Într-o încercare de structurare, F. Clark Howell de la Universitatea din Chicago, la sugestiile lui Ernst Mayr și ale

altora din deceniul precedent, a propus în 1960 reducerea numărului de genuri la doar două – *Australopithecus* și *Homo* – și restructurarea multora dintre specii. Omul de Java și Omul de Pekin au devenit amândoi *Homo erectus*. O vreme, în lumea hominizilor a domnit ordinea, însă nu a durat.

După circa un deceniu de calm relativ, paleoantropologia a deschis o nouă perioadă de descoperiri numeroase și bruște care încă nu s-a încheiat. În anii 1960 a apărut *Homo habilis*, considerat de unii ca fiind veriga lipsă dintre maimuțe și oameni, iar de alții ca nefiind nici măcar o specie. Apoi au apărut (printre mulți alții) *Homo ergaster*, *Homo louisleakeyi*, *Homo rudolfensis*, *Homo microcranus* și *Homo antecessor*, precum și o droaie de australopiteci: *A. afarensis*, *A. praegens*, *A. ramidus*, *A. walkeri*, *A. anamensis* și mulți alții. În general, în literatura actuală sunt recunoscute circa douăzeci de tipuri de hominizi. Din nefericire, aproape că nu există doi experți care să-i recunoască pe aceiași douăzeci.

Unii continuă să respecte cele două genuri de hominizi sugerate de Howell în 1960, alții includ o parte din australopiteci într-un gen separat, numit *Paranthropus*, iar alții adaugă un grup și mai vechi, numit *Ardipithecus*. Unii îl includ pe *praegens* în *Australopithecus*, iar alții îl includ într-o nouă clasificare, *Homo antiquus*, dar majoritatea nu-l recunosc deloc pe *praegens* ca pe o specie separată. Nu există autoritate centrală care să dicteze aceste lucruri. Singura cale prin care un nume poate fi acceptat este prin consens, iar acesta nu prea există.

În mod paradoxal, problema o reprezintă în mare parte lipsa dovezilor. De la începutul timpurilor, au trăit mai multe miliarde de ființe umane (sau asemănătoare oamenilor),

fiecare contribuind cu o mică modificare genetică la arsenalul uman general. Din acest număr colosal, deducțiile noastre despre preistoria umană se bazează pe rămășițele, de multe ori excesiv de fragmentate, a mai puțin de cinci mii de indivizi. „Ar încăpea totul într-o camionetă, dacă nu te deranjează un pic de înghesuială”, mi-a răspuns Ian Tattersall, custodele bărbos și prietenos de la secția de antropologie a Muzeului American de Istorie Naturală din New York, atunci când l-am întrebat despre dimensiunile arhivei mondiale de oase de hominizi și oameni preistorici.

Lipsa nu ar fi atât de acută dacă oasele ar fi distribuite egal în timp și spațiu, dar evident că nu e așa. Apar întâmplător, de multe ori în maniera cea mai năucitoare. *Homo erectus* a trăit pe Pământ cu mult peste un milion de ani și a ocupat un teritoriu de la țărmul atlantic al Europei la țărmul pacific al Chinei, dar, dacă am readuce la viață fiecare exemplar de *Homo erectus* pentru a cărui existență putem aduce dovezi, nu am umple un autobuz școlar. *Homo habilis* este și mai slab reprezentat: numai două schelete parțiale și câteva oase izolate de membre. Este aproape sigur că o perioadă atât de scurtă precum civilizația noastră nu ar fi deloc conservată în istoria fosilelor.

Tattersall îmi oferă un exemplu: „În Europa găsești în Georgia cranii de hominizi datate cu aproximativ 1,7 milioane de ani în urmă, dar apoi apare un gol de aproape un milion de ani până la următoarele rămășițe descoperite în Spania, la celălalt capăt al continentului, după care un alt gol de trei sute de mii de ani înainte de a ajunge la un *Homo heidelbergensis*, în Germania, și niciunul nu seamănă prea tare cu ceilalți”, spune el zâmbind. Din astfel de piese fragmentate se încearcă

refacerea istoriei unor specii întregi. Este o misiune destul de dificilă. Știm foarte puține despre relațiile dintre speciile străvechi – care au condus la noi și care s-au dovedit a fi niște fundături din punctul de vedere al evoluției. Probabil că unele nici nu merită să fie privite drept specii separate.

Tocmai acest inventar pestriț și neuniform face ca fiecare nouă descoperire să pară bruscă și diferită de toate celelalte. Dacă am avea la dispoziție zeci de mii de schelete, distribuite la intervale regulate de-a lungul istoriei, am putea reliefa mult mai multe etape și nuanțări. Noile specii nu apar brusc, după cum ar putea sugera istoria fosilelor, ci treptat, din alte specii existente. Cu cât te apropii mai mult de un punct de divergență, cu atât similitudinile cresc, astfel încât devine tot mai greu, și uneori imposibil, să distingi un *Homo erectus* târziu de un *Homo sapiens* timpuriu, întrucât este la fel de probabil să fie amândouă și niciunul. Neînțelegeri similare pot apărea adesea în privința unor identificări certe din rămășițe fragmentare – de exemplu, să decizi dacă un anumit os a aparținut unei femele de *Australopithecus boisei* sau unui mascul de *Homo habilis*.

Cu atât de puține certitudini, oamenii de știință sunt de multe ori obligați să emită presupuneri pe baza altor obiecte descoperite în apropiere, iar concluziile lor au șanse mari să nu fie altceva decât deducții curajoase. După cum au observat sec Alan Walker și Pat Shipman, dacă legăm descoperirea uneltelor cu speciile de ființe întâlnite cel mai des prin apropiere, ar trebui să ajungem la concluzia că uneltele de mână timpurii au fost făcute de cele mai multe ori de antilope.

Poate că nimic nu exemplifică mai bine confuzia decât amestecul fragmentar de contradicții adunate în jurul lui

Homo habilis. Pe scurt, oasele de *habilis* nu au nicio coerență. Aranjate secvențial, ele indică ritmuri și direcții de evoluție diferite pentru bărbați și femei – bărbații se distanțează de maimuțe și devin mai umani cu timpul, în vreme ce femeile din aceeași perioadă par să se îndepărteze de trăsăturile umane, apropiindu-se de maimuțe. Unele voci autorizate consideră că *habilis* nu este defel o categorie validă. Tattersall și colegul său Jeffrey Schwartz o tratează ca pe un fel de „specie coș de gunoi” – una în care „sunt aruncate din comoditate” fosile fără legătură între ele. Nici măcar cei care consideră *habilis* o specie independentă nu s-au pus de acord dacă aparține aceluiași gen cu noi sau unei ramuri colaterale care nu a dus la nimic.

Și în sfârșit, dar poate mai presus de orice, natura umană joacă și ea un rol în toate acestea. Oamenii de știință au tendința firească de a interpreta descoperirile în modul cel mai flatant pentru propria postură. Rareori vom găsi vreun paleontolog care să spună că a descoperit o rezervă de oase într-un loc bine ascuns, dar că acestea nu prezintă niciun interes. După cum observă, cu oarecare reținere, John Reader în cartea *Missing Links (Verigi lipsă)*: „Este remarcabil cât de des se întâmplă ca primele interpretări ale unor dovezi noi să confirme prejudecățile descoperitorului”.

Toate acestea lasă loc pentru numeroase dezbateri, evident, și nu cred să existe grup de oameni cărora să le placă să se sfădească mai mult decât paleoantropologilor. „Dintre toate disciplinele științifice, paleoantropologia beneficiază probabil de cele mai umflate orgolii”, spun autorii recent publicatei *Java Man (Omul de Java)* – o carte despre care ar trebui să remarcăm că acordă ea însăși spații largi, cu o

naturalețe înduioșătoare, atacurilor la adresa incoerențelor altora, în special ale fostului coleg apropiat al autorilor, Donald Johanson.

Așadar, fără să uităm nicio clipă că nu putem spune aproape nimic despre preistoria umană fără ca cineva, undeva, să ne contrazică, poate cu excepția faptului că am avut o preistorie, iată pe scurt ceea ce credem că știm despre cine suntem și de unde venim.

În prima parte, circa 99,99999% din istoria noastră ca organisme, am aparținut aceleiași linii ancestrale cu cimpanzeii. Practic, nu se știe nimic despre preistoria cimpanzeilor, dar orice ar fi fost aceștia am fost și noi. Apoi, acum circa șapte milioane de ani, s-a întâmplat ceva important. Din pădurile tropicale ale Africii s-a ivit un nou grup de ființe, care au început să se îndrepte către întinderile savanei.

Aceștia au fost australopitecii, iar în următoarele cinci milioane de ani ei au reprezentat specia dominantă de hominizi a lumii (*austral* provine din latinescul „sudic” și, în acest caz, nu are nicio legătură cu Australia). Australopitecii au avut câteva varietăți, unele subțirele și grațioase precum copilul din Taung al lui Raymond Dart, altele mai masive și robuste, dar toate puteau merge în poziție verticală. Unele dintre aceste specii au rezistat mult peste un milion de ani, iar altele o perioadă mai modestă, de câteva sute de mii, dar merită să reținem că până și cele mai nereușite specii au avut o istorie de câteva ori mai lungă decât a noastră.

Cele mai faimoase rămășițe hominide din lume îi aparțin unui australopitec cu o vechime de 3,18 milioane de ani,

descoperit în 1974 la Hadar, în Etiopia, de o echipă condusă de Donald Johanson. Cunoscut mai demult sub numele de A.L. (de la „Afar Locality” – „departe de orice localitate”) 288-1, scheletul a căpătat numele Lucy, după cântecul Beatlesilor *Lucy in the Sky with Diamonds*. Johanson nu s-a îndoit niciodată de importanța lui Lucy. „Este cel mai străvechi strămoș al nostru, veriga lipsă dintre maimuță și om”, a declarat el.

Lucy era micuță – avea o înălțime de numai 1,06 m. Putea să meargă, deși încă nu s-a stabilit cât de bine. Evident că era și o bună cățărătoare. Multe altele au rămas necunoscute. Craniul îi lipsea aproape în întregime, deci nu se pot spune prea multe lucruri certe despre dimensiunea creierului, dar fragmentele de craniu sugerează că era mic. Majoritatea cărților descriu scheletul lui Lucy ca fiind complet în proporție de 40%, deși unii îl plasează aproape de jumătate, iar un material al Muzeului American de Istorie Naturală o descrie pe Lucy ca fiind completă în proporție de două treimi. Seria de reportaje BBC *Omul-maimuță* a numit-o chiar „un schelet complet”, deși o descria ca fiind departe de așa ceva.

Corpul omenesc are 206 oase, dar multe dintre ele se repetă. Dacă ai găsit femurul stâng al unui exemplar, nu ai nevoie și de dreptul ca să-i cunoști dimensiunile. Dacă dăm la o parte toate oasele redundante, rămânem cu un total de 120, ceea ce se numește o jumătate de schelet. Chiar și după acest standard deloc pretențios, și chiar numărând fiecare fragment ca pe un os întreg, Lucy însumează numai circa 28% dintr-o jumătate de schelet (și circa 20% dintr-un schelet complet).

În *The Wisdom of the Bones (Înțelepciunea oaselor)*, Alan Walker își amintește că l-a întrebat odată pe Johanson cum a

ajuns la cifra de 40%. Johanson a răspuns senin că a scăzut cele 106 oase ale mâinilor și picioarelor – mai mult de jumătate din totalul corpului, și chiar o jumătate foarte importantă, după umila noastră părere, având în vedere că principalul atribut definitoriu al lui Lucy era folosirea acelor mâini și picioare pentru a se adapta unei lumi în schimbare. În orice caz, despre Lucy mai multe se presupun decât se știe. Nu se știe nici măcar cu certitudine dacă era femeie, sexul ei a fost presupus pornind de la dimensiunile sale reduse.

*

La doi ani de la descoperirea lui Lucy, Mary Leakey a găsit la Laetoli, în Tanzania, urme de picioare lăsate de doi indivizi despre care se crede că aparțin aceleiași familii de hominizi. Urmele au fost făcute atunci când doi australopiteci au călcat prin cenușa noroioasă rămasă în urma unei explozii vulcanice. Mai târziu, cenușa s-a întărit, conservând amprentele picioarelor lor pe o distanță de peste 23 de metri.

Muzeul American de Istorie Naturală din New York are o dioramă impresionantă care înregistrează momentul trecerii lor. Aceasta înfățișează reconstrucția în mărime naturală a unui bărbat și a unei femei care merg alături pe străvechea câmpie africană. Sunt păroși și seamănă cu cimpanzeii ca dimensiuni, dar atitudinea și mersul lor aduc a oameni. Cea mai șocantă trăsătură a exponatului este faptul că bărbatul își ține protector brațul stâng în jurul umerilor femeii. Este un gest tandru și afectuos, care sugerează o legătură apropiată.

Tabloul este prezentat cu atâta convingere, încât se pierde ușor din vedere realitatea faptului că, dincolo de urma

picioarei, totul este pură imaginație. Aproape fiecare însușire a aspectului exterior al celor două figuri – în ce măsură aveau păr, trăsăturile faciale (dacă aveau nasuri umane sau de cimpanzeu), expresia, culoarea pielii, dimensiunea și forma sânilor femeii – nu poate fi altceva decât o supoziție. Nici măcar nu putem afirma că formau un cuplu. S-ar putea foarte bine ca femeia să fi fost de fapt un copil. Nici măcar nu putem fi siguri că erau australopiteci. Se presupune că sunt australopiteci pentru că nu există alți candidați viabili.

Mi s-a spus că au fost așezați în această poziție pentru că, în timpul construirii dioramei, silueta femeii se tot răsturna, dar Ian Tattersall susține râzând că povestea nu este adevărată.

— Evident că nu avem de unde să știm dacă bărbatul avea sau nu brațul în jurul femeii, dar știm din măsurătorile pașilor că mergeau unul lângă altul, foarte aproape, suficient de aproape ca să se atingă. Era o zonă destul de deschisă, așadar probabil că se simțeau vulnerabili. De aceea am încercat să le facem niște expresii ușor îngrijorate.

L-am întrebat dacă nu îl deranjau sumedenia de licențe la care se apelase pentru reconstrucția siluetelor.

— Întotdeauna este o problemă cu reconstrucțiile, mi-a confirmat el pe dată. Nu ți-ar veni să crezi câte discuții s-au purtat pe tema unor detalii, cum ar fi dacă oamenii de Neandertal aveau sprâncene sau nu. Același lucru s-a întâmplat cu siluetele de la Laetoli. N-avem de unde să știm detalii despre cum arătau, dar *putem* deduce dimensiunile și poziția și putem face câteva presupuneri rezonabile despre înfățișarea lor. Dacă ar trebui să-i fac din nou, cred că m-aș gândi să-i fac puțin mai asemănători cu maimuțele și mai

puțin umani. Aceste ființe nu erau oameni. Erau maimuțe bipede.

Până foarte de curând, s-a presupus că am fi descendenții lui Lucy și ai creaturilor din Laetoli, dar acum multe autorități în materie nu mai sunt așa de sigure. Deși există trăsături fizice (ca, de exemplu, dinții) care să sugereze o posibilă legătură între noi și ei, alte părți ale anatomiei australopitecilor sunt mai problematice. În cartea lor, *Extinct Humans (Oameni dispăruți)*, Tattersall și Schwartz subliniază că porțiunea superioară a femurului uman seamănă foarte mult cu cea a maimuțelor, dar nu cu a australopitecilor; prin urmare, dacă Lucy se plasează pe linia directă dintre maimuțe și oamenii moderni, atunci înseamnă că noi am adoptat un femur de australopiteci vreme de un milion de ani, apoi ne-am întors la femurul de maimuță, pentru a trece la următorul stadiu din dezvoltarea noastră. Ei consideră chiar că Lucy nu numai că nu a fost strămoșul nostru, ci că nici nu mergea biped.

„Sistemul locomotor al lui Lucy și al celor din neamul ei nu semăna în niciun fel cu cel al omului modern”, insistă Tattersall. „Acești hominizi nu erau obligați să folosească mersul biped decât atunci când erau nevoiți să călătorească între două habitate arboricole, determinați de propriile anatomii.” Johanson nu acceptă această părere. „Lucy are șoldurile și structura musculară a pelvisului de așa natură, încât i-ar fi fost la fel de greu să se cațare în copaci pe cât le este și oamenilor moderni s-o facă”, scrie el.

Misterul a devenit și mai de nepătruns în 2001 și 2002, când au fost descoperite patru noi specimene excepționale. Unul, găsit de Meave Leakey, aparținând faimoasei familii de

vânători de fosile, la Lacul Turkana, în Kenya, și numit *Kenyanthropus platyops* („fața plată kenyană”), este cam din aceeași perioadă cu Lucy și dezvăluie posibilitatea ca acesta să reprezinte strămoșul nostru, iar Lucy să nu fie decât o ramură laterală neevoluată. Tot în 2001 au fost descoperiți *Ardipithecus ramidus kadabba*, plasat la o vechime între 5,2 și 5,8 milioane de ani, și *Orrorin tugenensis*, evaluat la o vechime de șase milioane de ani, motiv pentru care a devenit cel mai vechi hominid găsit vreodată – dar numai pentru scurtă vreme. În vara lui 2002, o echipă franceză care lucra în deșertul Djurab din Ciad (o zonă în care nu se găsiseră niciodată oase străvechi) a descoperit un hominid de aproape șapte milioane de ani vechime, pe care l-a numit *Sahelanthropus tchadensis*. (Unii critici consideră că nu este un om, ci o maimuță timpurie și, prin urmare, ar trebui numit *Sahelpithecus*.) Toate aceste creaturi sunt foarte timpurii și primitive, dar mergeau vertical, și aceasta mult mai devreme decât se crezuse anterior.

Mersul biped este o strategie dificilă și riscantă. Presupune remodelarea pelvisului și transformarea lui într-un mecanism care să suporte întreaga greutate a corpului. Pentru a conserva forța necesară, canalul nașterii la femelă trebuie să devină îngust. Aceasta are două consecințe imediate foarte importante și una pe termen mai lung. În primul rând, presupune dureri semnificative pentru orice mamă care naște și un risc mult mai ridicat de deces, atât pentru mamă, cât și pentru copil. Mai mult, pentru a scoate capul copilului printr-un spațiu atât de îngust, acesta trebuie să se nască într-o etapă în care creierul este încă mic – iar copilul, neajutorat. Aceasta

presupune îngrijirea copilului pe termen lung, care, la rândul său, impune o legătură puternică între mascul și femelă.

Toate acestea sunt suficient de complicate chiar și atunci când deții cel mai dezvoltat intelect de pe planetă, dar când ești un australopitec mic și vulnerabil cu un creier cam de mărimea unei portocale^{*3} riscul trebuie să fi fost enorm.

Așadar, ce i-a determinat pe Lucy și pe cei asemenea ei să coboare din copaci și să iasă din pădure? Probabil că nu au avut încotro. Ridicarea lentă a Istmului Panama a întrerupt curgerea apelor din Pacific spre Atlantic și a deviat curenții calzi departe de Arctica, ceea ce a dus la instalarea unei ere glaciare tot mai aspre la latitudinile nordice. În Africa, probabil că aceasta a dus la apariția unor anotimpuri reci și uscate, transformând treptat jungla în savană. John Gribbin scria: „Nu atât Lucy și semenii ei au părăsit pădurea, cât pădurea i-a părăsit pe ei”.

Dar ieșirea în savana deschisă i-a lăsat, evident, pe Lucy și pe ai ei mult mai expuși. Un hominid biped putea vedea mai bine, dar, la rândul său, putea fi văzut mai bine. Chiar și acum, ca specie, suntem revoltător de vulnerabili în sălbăticie. Aproape fiecare animal mare care vă vine în minte este mai puternic, mai rapid și mai dințos decât noi. Confruntat cu un atac, omul modern are doar două avantaje. Avem un creier dezvoltat, cu care putem alcătui strategii, și avem mâini cu care putem arunca sau mânui obiecte periculoase. Suntem singura ființă care poate răni de la distanță; de aceea ne permitem să fim vulnerabili fizic.

Aparent, existau toate elementele pentru o evoluție rapidă a unui creier puternic și totuși se pare că nu s-a întâmplat chiar așa. Vreme de peste trei milioane de ani, Lucy și

tovarășii ei australopiteci aproape că nu s-au schimbat. Creierul lor nu a crescut și nu există semne că ar fi folosit nici măcar unelte dintre cele mai simple. Și mai ciudat este faptul că acum știm că, vreme de aproape un milion de ani, au trăit în paralel cu alți hominizi timpurii care utilizau unelte și totuși australopitecii nu s-au folosit niciodată de această tehnologie utilă, care se găsea peste tot în jurul lor.

La un moment dat, cu două-trei milioane de ani în urmă, se pare că ar fi putut exista cam șase tipuri de hominizi care trăiau concomitent în Africa. Numai unul însă era destinat să supraviețuiască: *Homo*, care a început să se zărească din neguri acum circa două milioane de ani. Nimeni nu știe exact care era relația dintre australopiteci și *Homo*, dar se știe că au coexistat vreme de peste un milion de ani, înainte ca toți australopitecii, robuști și zvelți, să dispară misterios, și probabil brusc, acum peste un milion de ani. Nimeni nu știe de ce au dispărut. „Poate că i-am mâncat noi”, sugerează Matt Ridley.

Prin convenție, linia *Homo* începe cu *Homo habilis*, o creatură despre care nu știm aproape nimic, și se încheie cu noi, *Homo sapiens* (în traducere literală, „omul gânditor”). Între aceștia, în funcție de opinia căreia îi dați crezare, au existat vreo șase alte specii de *Homo*: *Homo ergaster*, *Homo neanderthalensis*, *Homo rudolfensis*, *Homo heidelbergensis*, *Homo erectus* și *Homo antecessor*.

Homo habilis („omul îndemânatic”) a fost botezat de Louis Leakey și de colegii săi în 1964 și a primit acest nume pentru că a fost primul hominid care a folosit unelte, chiar dacă unele foarte simple. Era o ființă destul de primitivă, mai mult cimpanzeu decât om, dar avea creierul cu 50% mai mare

decât al lui Lucy în termeni absoluți, iar proporțional, cam tot cu atât mai dezvoltat, prin urmare era un Einstein al zilelor sale. Nu s-a găsit nicio explicație convingătoare pentru creșterea bruscă a creierului hominizilor acum două milioane de ani. Multă vreme s-a crezut că există o legătură directă între un creier mare și mersul vertical – că ieșirea din pădure a impus noi strategii, mai elaborate, care foloseau mai intens sau încurajau dezvoltarea unei minți mai ascuțite –, de aceea a fost o adevărată surpriză concluzia că între ele nu pare să existe nicio legătură, și aceasta după descoperiri repetate ale unor bipezi de-a dreptul prostănaci.

„Pur și simplu nu avem niciun motiv viabil pentru a explica de ce s-a mărit creierul uman”, spune Tattersall. Creierele mari sunt niște organe pretențioase: ele constituie numai 2% din masa corpului, dar devorează 20% din energia lui. Prin comparație, mai sunt și mofturoase în privința combustibilului folosit. Dacă nu veți mai mânca niciodată niciun strop de grăsime, creierul dumneavoastră nu se va plânge, pentru că nu se atinge de așa ceva. Creierul vrea glucoză, și încă foarte multă, chiar dacă aceasta înseamnă să priveze alte organe. Guy Brown scria: „Corpul este într-un pericol permanent să fie spoliat de substanțe nutritive de un creier lacom, dar nu își poate permite să își înfometeze creierul, pentru că aceasta l-ar duce la o moarte rapidă”. Un creier mare are nevoie de mai multă mâncare, iar mâncarea multă înseamnă un risc crescut.

Tattersall este de părere că formarea unui creier mare ar putea fi pur și simplu un accident al evoluției. El și Stephen Jay Gould consideră că, dacă vizionăm din nou caseta vieții – chiar dacă ne ducem înapoi numai o perioadă relativ scurtă,

până în zorii hominizilor –, există șanse destul de slabe ca oamenii moderni să mai apară acum aici.

El spune: „Una dintre ideile cel mai greu de acceptat de către oameni este aceea că noi nu suntem punctul maxim pentru nimic. Prezența noastră aici nu are nimic inevitabil în ea. Tendința de a crede că evoluția este un proces care a fost în realitate programat să culmineze cu noi face parte din vanitatea noastră de oameni. Chiar și antropologii au fost înclinați să creadă acest lucru până prin anii 1970”. Mai mult, în 1991, în populara carte *The Stages of Evolution (Etapete evoluției)*, C. Loring Brace ține cu dinții de conceptul de evoluție liniară, admitând o singură fundătură a evoluției, robuștii australopiteci. Toate celelalte au reprezentat o progresie în linie dreaptă – fiecare specie de hominid a purtat ștafeta dezvoltării până la un punct, după care a înmânat-o unui alergător mai tânăr și mai odihnit. Acum însă pare cert că multe dintre aceste forme timpurii au urmat căi laterale, care nu au dus la nimic.

Din fericire pentru noi, o specie a dus la ceva – un grup de creaturi care foloseau unelte și care, apărute parcă de nicăieri, s-au suprapus peste incertul și mult disputatul *Homo habilis*. Acesta este *Homo erectus*, specia descoperită de Eugène Dubois în Java în 1891. În funcție de sursele pe care le consultați, acesta ar fi trăit de acum circa 1,8 milioane de ani până în vremuri destul de recente, acum circa 20.000 de ani.

Potrivit autorilor cărții *Java Man*, *Homo erectus* reprezintă linia de demarcație: tot ce a existat înaintea lui semăna cu maimuța; tot ce a venit după el semăna cu omul. *Homo erectus* a fost primul care a vânat, a folosit focul, a modelat unelte complexe, a lăsat urme ale unor așezări, a avut grijă de cei

slabi și fragili. Prin comparație cu tot ceea ce fusese înainte, specia era extrem de umană ca formă și comportament, reprezentanții săi aveau membre lungi și verticale, erau foarte puternici (mult mai puternici decât omul modern), cu suficientă ambiție și inteligență pentru a se întinde cu succes pe arealuri enorme. Pentru alte specii de hominizi, probabil că *Homo erectus* părea înfricoșător de mare, puternic, agil și dotat. Creierul său era mult mai sofisticat decât tot ce existase în această lume până la el.

Erectus era „un velociraptor al zilelor sale”, potrivit lui Alan Walker de la Universitatea Penn State, una dintre autoritățile mondiale din domeniu. Dacă ar fi să privești în ochi un astfel de specimen, la prima vedere ar putea părea uman, dar „nu ai stabili nicio legătură. Ai fi o pradă”. Potrivit lui Walker, acesta avea trupul unui om adult, dar un creier de copil.

Deși *erectus* era cunoscut de aproape un secol, datele despre el se bazau pe fragmente disparate – insuficiente pentru a ne apropia măcar de un schelet complet. Așadar, abia în urma unei extraordinare descoperiri din Africa, în anii 1980, a putut fi pe deplin apreciată importanța sa – sau cel puțin posibila sa importanță – în calitate de specie precursoră a omului modern. Îndepărtata vale a Lacului Turkana (anterior, Lacul Rudolf) din Kenya este acum unul dintre cele mai productive situri de rămășițe de oameni timpurii, dar foarte multă vreme nimănui nu i-a trecut prin cap să caute acolo. Întâmplarea a făcut ca Richard Leakey să se afle într-un avion al cărui curs a fost deviat pe deasupra văii și abia atunci și-a dat seama că locul are un potențial mult mai promițător decât se crezuse. A fost trimisă o echipă să

investigheze, dar care la început nu a găsit nimic. Apoi, într-o după-amiază târzie, cel mai renumit vânător de fosile al lui Leakey, Kamoya Kimeu, a descoperit o bucată de arcadă hominidă pe un deal, la mare distanță de lac. Era puțin probabil ca un astfel de loc să producă cine știe ce, dar au decis totuși să sape, din respect pentru instinctele lui Kimeu, și, spre uluirea lor, au descoperit un schelet aproape complet de *Homo erectus*. Aparținea unui băiat cu vârsta cuprinsă între nouă și doisprezece ani, care murise acum 1,54 de milioane de ani. Scheletul avea „structura aproape identică cu a unui corp modern”, spune Tattersall, lucru fără precedent. Băiatul din Turkana era, „fără îndoială, unul de-ai noștri”.

Tot la Lacul Turkana și tot Kimeu a descoperit KNM-ER 1808, o femelă de acum 1,7 milioane de ani, care le-a oferit oamenilor de știință primele indicii potrivit cărora *Homo erectus* ar fi mult mai interesant și mai complex decât se crezuse anterior. Oasele femelei erau deformate și pline de excrescențe butucănoase, ca urmare a unei boli extrem de dureroase, numită hipervitaminoza A, care nu putea fi decât rezultatul consumării ficatului unui carnivor. Aceasta ne spunea, înainte de toate, că *Homo erectus* consuma carne. Și mai surprinzător era faptul că excrescențele ne arătau că trăise cu acea boală săptămâni sau chiar luni. Cineva avusese grijă de ea. Era primul semn de sensibilitate din evoluția hominizilor.

S-a mai descoperit că în craniile de *Homo erectus* ar fi existat (sau, în opinia unora, ar fi putut exista) o arie Broca, o regiune din lobul frontal al creierului asociată cu vorbirea. Cimpanzeii nu au această porțiune. Alan Walker crede că dimensiunile și complexitatea canalului medular erau

insuficiente pentru vorbire, dar probabil că *erectus* comunica la fel de bine ca cimpanzeii moderni. Alții, între care se remarcă Richard Leakey, sunt convinși că *erectus* putea vorbi.

Se pare că, o perioadă, *Homo erectus* a fost unica specie de hominid. Avea un spirit de aventură nemaiîntâlnit și s-a răspândit pe glob cu o rapiditate care acum ni se pare uimitoare. Dovezile fosile, dacă le interpretăm în sensul literal, sugerează că unii membri ai speciei au ajuns în Java cam în același timp sau chiar puțin înainte să fi plecat din Africa. Aceasta i-a făcut pe unii cercetători optimiști să sugereze că s-ar putea ca oamenii moderni să nu fi apărut deloc în Africa, ci în Asia – ceea ce ar fi remarcabil, ca să nu spunem miraculos, întrucât nicăieri în afara Africii nu a fost descoperită vreo posibilă fosilă a unei specii precursoră, așadar asta însemna că hominizii asiatici trebuie să fi apărut spontan. Și, oricum, începuturile asiatice nu ar face decât să inverseze problema răspândirii lor, iar noi tot ar trebui să explicăm cum au ajuns oamenii din Java atât de repede în Africa.

Există mai multe explicații alternative plauzibile ale modului în care *Homo erectus* a ajuns în Asia atât de curând după prima sa apariție în Africa. În primul rând, în datarea rămășițelor oamenilor timpurii există un grad mare de aproximare. Dacă vârsta reală a oaselor africane se află la capătul de sus al marjei de estimări sau dacă oasele din Java se află la capătul de jos, ori ambele variante, atunci *erectus* african ar fi avut destul timp să își croiască drum către Asia. Este la fel de posibil ca în Africa să existe oase mai vechi de *erectus*, care așteaptă să fie descoperite. În plus, s-ar putea foarte bine ca datările din Java să fie complet eronate.

Sigur este faptul că, la un moment dat, cu ceva mai mult de un milion de ani în urmă, ființe noi, relativ moderne, cu o poziție verticală a corpului, au părăsit Africa și s-au împrăștiat cu îndrăzneală, ocupând cea mai mare parte a globului. Probabil că au făcut acest lucru destul de rapid, mărindu-și în medie arealul cu până la 40 km pe an, într-o luptă continuă cu lanțurile muntoase, râurile, deșerturile și alte obstacole și adaptându-se diferențelor de climă și surselor de hrană variate. Este un mare mister cum au reușit să treacă pe coasta vestică a Mării Roșii, o regiune cunoscută pentru ariditatea sa istovitoare în prezent și care era chiar mai uscată în trecut. Există o ironie ciudată în faptul că tocmai condițiile care i-au determinat să părăsească Africa au fost cele care le-au pus cele mai mari probleme în a face acest lucru. Și totuși, cumva au reușit să își croiască drum peste fiecare barieră și să găsească o viață înfloritoare pe pământurile de dincolo.

Și cu aceasta mă tem că punctele asupra cărora toată lumea este de acord se epuizează. Ce s-a întâmplat în continuare în istoria evoluției omului este subiectul unei lungi și aprige dezbateri, după cum vom vedea și noi în capitolul următor.

Dar, înainte de a trece mai departe, ar trebui să subliniem faptul că toate aceste ezitări de-a lungul evoluției care a durat peste cinci milioane de ani, de la îndepărtatii și nedumeriții australopiteci la omul modern definitiv, au dat naștere unei creaturi care este încă, în proporție de 98,4%, nediferențiată genetic de cimpanzeul modern. Există mai multe diferențe între o zebură și un cal sau între un delfin și un delfin brun decât între dumneavoastră și creaturile păroase pe care niște

strămoși îndepărtați le-au lăsat în urmă atunci când au pornit să cucerească lumea.

1 Deși olandez, Dubois era din Eijsden, un orașel aproape de granița părții francofone a Belgiei.

*2 Oamenii sunt incluși în familia Hominidae. Între membrii săi, numiți de obicei hominizi, se numără orice fel de creaturi (inclusiv dintre cele dispărute) care sunt înrudite mai îndeaproape cu noi decât cu orice cimpanzeu ce mai există încă. Maimuțele mari sunt îngrămădite laolaltă într-o familie numită Pongidae. Numeroase voci experte în domeniu afirmă că cimpanzeii, gorilele și urangutanii ar trebui incluși la rândul lor în familia Hominidae, în care oamenii și cimpanzeii ar trebui să formeze o subfamilie numită Homininae. Urmarea ar fi că ființele numite până acum hominizi ar deveni, prin acest aranjament, hominini. (Leakey și alții insistă chiar asupra acestei denumiri.) Numele superfamiliei de maimuțe care ne include și pe noi este Hominoidea.

*3 Dimensiunile absolute ale creierului nu ne spun mare lucru – și în niciun caz nu sunt concludente ori măcar relevante. Elefanții și balenele au creierele mult mai mari decât ale oamenilor, dar nu am avea nicio problemă în a-i păcăli la negocierea unor contracte. Cea care contează este mărimea relativă, o idee care de multe ori este neglijată. Gould observa că *A. africanus* avea un creier de numai 450 cm³, mai mic decât cel al unei gorile. Dar un mascul de *africanus* tipic cântărea sub 45 kg, iar o femelă și mai puțin, în vreme ce o gorilă ajunge cu ușurință la peste 150 kg.

Capitolul 29

Maimuța neliniștită

Cândva, cu aproximativ un milion și jumătate de ani în urmă, un geniu uitat al lumii hominizilor a făcut un lucru neașteptat. El (sau, chiar foarte posibil, ea) a luat o piatră și a folosit-o cu grijă ca să cioplească o alta. Rezultatul a fost un topor foarte simplu, în formă de lacrimă, dar a fost primul instrument de tehnologie avansată al lumii.

Era atât de avansat față de uneltele existente, încât foarte curând și alții au urmat exemplul inventatorului și și-au confecționat topoare proprii. Mai târziu au apărut comunități întregi care nu păreau să mai facă nimic altceva. „Au făcut cu miile”, spune Ian Tattersall. „Există locuri în Africa prin care îți este literalmente imposibil să nu calci peste ele. Este ciudat, deoarece crearea lor necesită o muncă destul de intensă. Parcă le-ar fi făcut din pură plăcere.”

Tattersall a luat de pe un raft din camera sa de lucru scăldată în soare un mulaj enorm, de vreo jumătate de metru lungime și douăzeci de centimetri lățime în partea cea mai largă, și mi l-a întins. Avea forma unui vârf de sulită, dar unul de dimensiunile unei pietre de râu. Cum era un model din fibră de sticlă, cântărea numai câteva zeci de grame, dar originalul, descoperit în Tanzania, avea 11 kilograme.

— Era o unealtă complet inutilă, mi-a spus Tattersall. Ar fi fost nevoie de doi oameni ca să o ridice cum trebuie și chiar și atunci ar fi fost epuizant să încerce să lovească ceva cu ea.

— Și atunci, la ce folosea?

Tattersall a ridicat din umeri binedispus, încântat de misterul problemei.

— Habar n-am. Trebuie să fi avut vreo semnificație simbolică, dar nu putem decât să ghicim care anume.

Topoarele au devenit cunoscute drept unelte acheuleene, de la St. Acheul, o suburbie a orașului Amiens din nordul Franței, unde, în secolul al XIX-lea, au fost descoperite primele exemplare și comparate cu unelte mai vechi și mai simple, cunoscute drept Oldowan, găsite inițial în Tanzania, la Olduvai Gorge. În textele de specialitate mai vechi, uneltele Oldowan sunt înfățișate de obicei drept rotunjite, boante, cu mărimi rezonabile pentru folosirea manuală. În prezent însă, paleoantropologii tind să creadă că fragmentele de unelte din rocile Oldowan erau așchii cioplite din pietre mai mari, care puteau fi mai apoi folosite la tăiere.

Iată acum care este misterul. Când oamenii moderni timpurii – cei din care aveam să luăm naștere noi – au început să părăsească Africa, acum peste 100.000 de ani, uneltele acheuleene reprezentau tehnologia cea mai răspândită. Acești *Homo sapiens* timpurii erau de-a dreptul pasionați de uneltele lor acheuleene. Le-au cărat cu ei pe distanțe apreciabile. Uneori, chiar au dus cu ei roci pe care să le transforme mai târziu în unelte. Într-un cuvânt, erau devotați acestei tehnologii. Dar, deși uneltele acheuleene au fost descoperite în toată Africa, Europa și Asia Centrală și de Vest, ele nu au fost

niciodată găsite în Orientul Îndepărtat. Este extrem de derutant.

În anii 1940, un paleontolog de la Harvard pe nume Hallam Movius a trasat așa-numita linie Movius, care desparte zona în care apar unelte acheuleene de cea în care nu apar. Linia urmează o direcție sud-estică, traversând Europa și Orientul Mijlociu, până în vecinătatea orașului Calcutta de astăzi și a Bangladeshului. Dincolo de linia Movius, în tot sud-estul Asiei și în China, nu s-au descoperit decât uneltele Oldowan, mai vechi și mai simple. Știm că *Homo sapiens* a ajuns mult dincolo de acest punct, prin urmare de ce ar fi cărat o tehnologie a pietrei avansată și dragă lui până la marginea Orientului Îndepărtat, pentru ca apoi să o abandoneze pur și simplu?

— Această chestiune nu mi-a dat pace vreme îndelungată, își amintește Alan Thorne de la Australian National University din Canberra. Toată antropologia modernă s-a construit în jurul ideii că oamenii au plecat din Africa în două valuri – un prim val de *Homo erectus*, care a devenit Omul de Java, Omul de Pekin și alții asemenea, și un val mai târziu, mai avansat, de *Homo sapiens*, care a înlocuit prima grupă. Însă pentru a crede în această ipoteză, trebuie să acceptăm că *Homo sapiens* a ajuns atât de departe cu tehnologia lui mai avansată și apoi, dintr-un motiv oarecare, a renunțat pur și simplu la ea. Totul era extrem de derutant.

După cum s-a dovedit, aveau să mai apară o mulțime de alte lucruri derutante, iar una dintre cele mai ciudate descoperiri avea să provină chiar din partea de lume a lui Thorne, din deșerturile Australiei. În 1968, un geolog pe nume Jim Bowler cerceta la întâmplare un fund de lac de mult secat,

numit Mungo, dintr-un colț singuratic și pârjolit de soare din vestul regiunii New South Wales, când ceva complet neașteptat i-a atras atenția. Dintr-o dună de nisip de forma unei semiluni, cunoscută sub numele de lunetă, ieșeau în afară niște oase umane. La acea vreme se credea că oamenii nu existau în Australia de mai mult de 8.000 de ani, dar Mungo era secăt de 12.000 de ani. Așadar, ce căuta o ființă în locul acela neospitalier?

Răspunsul, oferit prin datarea cu carbon, a fost acela că proprietarul oaselor trăise acolo pe când Lacul Mungo era un habitat mult mai plăcut, lung de douăzeci de kilometri, plin cu apă și cu pește și presărat cu pâlcuri de copaci casuarina. Spre uimirea tuturor, oasele s-au dovedit a avea o vechime de 23.000 de ani. Alte oase găsite prin apropiere s-au dovedit vechi de 60.000 de ani. Era un lucru atât de neașteptat, încât părea practic imposibil. De la apariția primilor hominizi pe Pământ, Australia nu fusese niciun moment legată de vreun continent. Prin urmare, orice ființe umane ar fi sosit aici trebuie să fi venit pe mare, într-un număr suficient de consistent pentru a pune bazele unei populații capabile să se reproducă, după ce traversaseră mai bine de o sută de kilometri de apă, fără a avea nici cea mai vagă speranță să dea peste un pământ primitiv. După debarcare, oamenii din Mungo au parcurs un drum de peste trei mii de kilometri, de pe coasta de nord a Australiei – unde se presupune că ar fi fost punctul de intrare – spre inima continentului, ceea ce sugerează, potrivit unui studiu din *Proceedings of the National Academy of Sciences*, că „s-ar putea ca oamenii să fi sosit aici cu peste 60.000 de ani în urmă”.

Cum au ajuns acolo și de ce au venit sunt întrebări la care nu avem răspuns. Potrivit majorității textelor de antropologie, nu există dovezi potrivit cărora oamenii ar fi putut să vorbească acum 60.000 de ani, cu atât mai puțin să se angajeze în eforturi bazate pe conlucrare, necesare pentru a construi ambarcațiuni care să reziste oceanului, și să colonizeze insule și continente.

— Sunt prea multe lucruri pe care nu le știm despre migrația oamenilor de dinainte de istoria scrisă, mi-a spus Alan Thorne atunci când l-am vizitat la Canberra. Știi că, atunci când antropologii au ajuns pentru prima dată în Papua Noua Guinee, în secolul al XIX-lea, au găsit în zonele muntoase înalte din interior, pe unele dintre cele mai inaccesibile terenuri, oameni care cultivau cartofi-dulci? Cartofii-dulci sunt originari din America de Sud. Și atunci, cum au ajuns în Papua Noua Guinee? Nu știm. Nu avem nici cea mai vagă idee. Dar este sigur că oamenii au migrat cu un aplomb și cu o încredere considerabile cu mult înainte de ceea ce se presupunea anterior și aproape sigur că schimbau nu doar informații, ci și gene.

Ca întotdeauna, problema o reprezintă dovezile fosile.

— Foarte puține părți ale lumii dispun de condițiile minime pentru conservarea pe termen lung a rămășițelor omenești, spune Thorne, un bărbat cu ochi pătrunzători și barbișon alb, cu o fire serioasă, dar prietenoasă. Dacă nu ar exista câteva regiuni bogate în fosile, precum Hadar și Olduvai în estul Africii, am ști extrem de puține lucruri. Din toată India nu s-a putut obține decât o singură fosilă de om preistoric, de aproximativ 300.000 de ani vechime. Între Irak și Vietnam – adică pe o distanță de vreo 5.000 km – s-au găsit

doar două: cea din India și un neandertalian în Uzbekistan, continuă el și zâmbeste. Nu este cine știe ce material pe care să lucrezi. Ne aflăm în postura de a avea câteva zone bogate în fosile umane cum este Valea Marelui Rift siro-african și Mungo, de aici, din Australia, și prea puțin altceva între ele. Nu este deloc surprinzător că paleontologilor le este atât de greu să umple spațiile goale.

Teoria tradițională care explică migrația – cea acceptată în continuare de majoritatea specialiștilor – este aceea că oamenii s-au împrăștiat prin Eurasia în două valuri. Primul val a fost reprezentat de *Homo erectus*, care a părăsit Africa extrem de rapid – aproape de îndată ce s-a format ca specie –, începând cu aproape două milioane de ani în urmă. În timp, pe măsură ce s-au stabilit în diferite regiuni, acești *erectus* timpurii au evoluat apoi în două tipuri diferite – Omul de Java și Omul de Pekin în Asia, apoi *Homo heidelbergensis* și, într-un final, *Homo neanderthalensis* în Europa.

Apoi, acum mai bine de 100.000 de ani, o specie de creaturi mai istețe și mai mlădii – strămoșii celor în viață astăzi – s-a ridicat de pe câmpiile africane și a început să se extindă spre exterior, într-un al doilea val. Oriunde au mers, ne spune această teorie, acești *Homo sapiens* noi i-au înlocuit pe predecesorii lor mai înapoiți și mai puțin pricepuți. Cum au reușit mai exact să facă acest lucru a reprezentat dintotdeauna un subiect de controversă. Nu au fost descoperite niciodată urme de măcel, de aceea, majoritatea oamenilor de știință cred că hominizii mai noi pur și simplu i-au eliminat prin competiție pe cei vechi, deși este foarte posibil să fi contribuit și alți factori.

— Poate i-am molipsit de pojar, sugerează Tattersall. Pur și simplu nu există o cale sigură de a afla. Singura certitudine este aceea că noi ne aflăm aici, iar ei nu.

Primii oameni moderni sunt surprinzător de puțin cunoscuți. Știm, în mod ciudat, mai puține despre noi înșine decât despre aproape oricare altă linie de hominizi. După cum remarca Tattersall, este de-a dreptul bizar faptul „că evenimentul major cel mai recent din evoluția umanității – însăși apariția speciei noastre – este probabil cel mai misterios dintre toate”. Aproape că nu există două păreri identice despre locul în care au apărut pentru prima dată oamenii cu adevărat moderni în istoria fosilelor. Multe cărți plasează începuturile lor acum circa 120.000 de ani, pornind de la rămășițele descoperite la gurile râului Klasies, în sudul Africii, dar nu toată lumea acceptă că aceștia ar fi fost oameni cu adevărat moderni. Tattersall și Schwartz rămân la părerea că întrebarea „dacă vreunul dintre aceștia, sau poate toți, reprezintă specia noastră încă mai așteaptă un răspuns definitiv”.

Prima apariție necontestată a lui *Homo sapiens* este în estul mediteraneean, cam în zona Israelului de astăzi, unde aceștia au început să se ivească acum circa 100.000 de ani – dar chiar și ei sunt descriși (de către Trinkaus și Shipman) ca fiind „ciudați, greu de clasificat și prea puțin cunoscuți”. Oamenii de Neandertal erau deja bine integrați în regiune și aveau un set de unelte cunoscut sub numele de Mousterian, pe care oamenii moderni le-au găsit suficient de valoroase pentru a le împrumuta, după cum s-a dovedit. Nu s-au găsit niciodată rămășițe de neandertalieni în nordul Africii, dar peste tot în regiune s-au descoperit seturi de unelte aparținând acestora.

Cineva trebuie să le fi dus acolo, iar singurii candidați sunt oamenii moderni primitivi. Este de asemenea cunoscut faptul că neandertalienii și oamenii moderni au coexistat sub diferite forme vreme de zeci de mii de ani în Orientul Mijlociu. „Nu știm dacă au împărțit același spațiu în momente diferite din timp sau dacă au trăit chiar unii alături de ceilalți”, spune Tattersall, dar oamenii moderni au continuat să utilizeze cu mare entuziasm uneltele neandertaliene – oare ar trebui să vedem în aceasta dovezi ale superiorității lor copleșitoare? Nu mai puțin curios este faptul că uneltele acheuleene descoperite în Orientul Mijlociu au mai mult de un milion de ani, dar în Europa abia dacă apar cu trei sute de mii de ani în urmă. Din nou, ne întrebăm de ce oamenii care aveau o tehnologie avansată nu și-au purtat uneltele cu ei.

Multă vreme s-a crezut că oamenii de Cro-Magnon, așa cum sunt cunoscuți oamenii moderni în Europa, i-au împins pe neandertalieni din calea lor pe măsură ce avansau pe continent, forțându-i în cele din urmă să se retragă către marginea vestică, unde practic nu au avut de ales decât între a cădea în mare sau a dispărea. În realitate, acum se știe că oamenii de Cro-Magnon au existat în vestul extrem al Europei aproximativ concomitent cu momentul în care emigrau și dinspre est.

— În acele vremuri, Europa era un teritoriu cam gol, spune Tattersall. Este foarte posibil să nu se fi întâlnit prea des, în ciuda deplasărilor lor frecvente.

Una dintre curiozitățile sosirii oamenilor de Cro-Magnon o reprezintă faptul că s-a petrecut într-un moment cunoscut în paleoclimatologie drept intervalul Boutellier, în care Europa plonja dintr-o perioadă de relativă blândețe într-o altă lungă

perioadă de frig aspru. Orice i-ar fi atras către Europa, cu siguranță nu a fost vremea însorită.

În orice caz, ideea că oamenii de Neandertal s-au retras în fața concurenței pe care o reprezentau nou-sosiții Cro-Magnon contravine, cel puțin parțial, dovezilor. Rezistența oamenilor de Neandertal nu poate fi pusă la îndoială. Vreme de zeci de mii de ani au trăit în condiții prin care nu a trecut niciun om modern, cu excepția câtorva cercetători și exploratori polari. În cele mai negre zile ale glaciațiunilor, viscoalele cu vânturi de viteza uraganelor erau destul de obișnuite. Temperaturile scădeau frecvent până la -45°C . Urșii polari se plimbau prin văile înzăpezite din sudul Angliei. Este de presupus că oamenii de Neandertal s-au retras în fața condițiilor mai aspre, dar, chiar și așa, cu siguranță au trăit într-o climă care era cel puțin la fel de rea ca o iarnă siberiană modernă. Putem fi siguri că au suferit multe – un neandertalian avea mare noroc dacă trăia mai mult de treizeci de ani –, dar, la nivel de specie, aveau o rezistență magnifică și erau practic indestructibili. Au supraviețuit cel puțin 100.000 de ani, și poate de două ori pe atât, pe un teritoriu care se întindea de la Gibraltar până în Uzbekistan, ceea ce reprezintă un parcurs destul de reușit pentru orice specie vie.

Cine erau ei și cum arătau rămân două chestiuni incerte și discutabile. Până la mijlocul secolului XX, perspectiva antropologică larg acceptată asupra oamenilor de Neandertal consta în aceea că erau lipsiți de inteligență, încovoiați, cu mers greoi, ca de maimuță – chintesența omului cavernelor. Oamenii de știință au fost obligați să își reconsidere opinia abia în urma unui accident dureros. În 1947, în timpul unor

cercetări pe teren în Sahara, un paleontolog franco-algerian pe nume Camille Arambourg s-a adăpostit de soarele amiezii sub aripa avionului său ușor. În timp ce stătea acolo, un cauciuc a explodat din cauza căldurii, iar avionul s-a aplecat brusc într-o parte, dându-i o lovitură serioasă în partea superioară a corpului. Mai târziu, întors la Paris, s-a dus să își facă o radiografie la gât și a observat că vertebrele îi erau aliniate exact ca acelea ale unui om de Neandertal greoi și încovoiat. Atunci, fie fiziologia lui era primitivă, fie poziția corpului omului de Neandertal fusese descrisă greșit. Realitatea era aceasta din urmă. Vertebrele oamenilor de Neandertal nu semănau deloc cu ale maimuțelor. Aceasta a schimbat radical opinia noastră despre neandertalieni – dar se pare că numai pe alocuri.

Încă este larg răspândită convingerea că oamenii de Neandertal erau lipsiți de inteligența sau de trăsăturile necesare pentru a concura de la egal la egal cu nou-veniții pe continent, mai delicați și mai iuți la minte, *Homo sapiens*. Iată un comentariu tipic dintr-o lucrare recentă: „Oamenii moderni au neutralizat acest avantaj [fizicul mult mai masiv al oamenilor de Neandertal] cu ajutorul hainelor, focurilor și adăposturilor mai bune; în paralel, oamenii de Neandertal erau îngreunați de un corp supradimensionat, care cerea mai multă hrană pentru întreținere”. Cu alte cuvinte, înșiși factorii care le permisese să supraviețuiască cu succes 100.000 de ani au devenit brusc un handicap insurmontabil.

Mai presus de toate, o problemă care rămâne aproape întotdeauna ignorată este aceea că oamenii de Neandertal aveau creierul semnificativ mai mare decât cel al oamenilor moderni – 1,8 l la oamenii de Neandertal față de 1,4 l la

oamenii moderni, potrivit unor măsurători. Diferența este mai mare decât aceea dintre *Homo sapiens* modern și *Homo erectus* târziu, o specie pe care abia dacă o încadrăm în categoria oamenilor. Dar aici este adus argumentul că, deși creierul nostru este mai mic, cumva el este mai eficient. Cred că nu exagerez cu nimic dacă subliniez că nicăieri altundeva de-a lungul evoluției umane nu a mai fost adus acest argument.

Atunci, ați putea să vă întrebați de ce, dacă oamenii de Neandertal erau atât de solizi, de adaptabili și de bine înzestrați cerebral, nu mai sunt printre noi? Un răspuns posibil (dar foarte disputat) este acela că s-ar putea să fie totuși. Alan Thorne este unul dintre principalii adepți ai unei teorii alternative, cunoscută sub numele de ipoteza multiregională, care susține că evoluția umană a fost permanentă – că așa cum australopitecii au evoluat spre *Homo habilis*, iar *Homo heidelbergensis* a devenit în timp *Homo neanderthalensis*, în același fel *Homo sapiens* s-a ivit pur și simplu din forme mai vechi de *Homo*. Privit din această perspectivă, *Homo erectus* nu mai este decât o fază tranzitorie, și nu o specie separată. Astfel, chinezii moderni sunt descendenții anticilor *Homo erectus* din China, europenii se trag din *Homo erectus* străvechi europeni și tot așa.

— Atâta doar că pentru mine nu există *Homo erectus*, spune Thorne. Eu consider că este un termen perimat, de care nu mai avem nevoie. Pentru mine, *Homo erectus* este doar o parte a noastră timpurie. Eu cred că o singură specie de oameni a părăsit Africa, și aceea este *Homo sapiens*.

Adversarii teoriei multiregionale o resping, într-o primă fază, pe motiv că ar presupune o evoluție paralelă a

hominizilor în întreaga Lume Veche – în Africa, în China, în Europa, în cele mai îndepărtate insule ale Indoneziei, peste tot pe unde au apărut – ba chiar la o scară atât de considerabilă, încât pare imposibilă. Unii cred, de asemenea, că multiregionalismul încurajează o perspectivă rasistă, de care antropologia a reușit să se debaraseze după eforturi îndelungate. La începutul anilor 1960, un faimos antropolog, pe nume Carleton Coon, de la Universitatea din Pennsylvania, a sugerat că unele rase moderne ar avea origini diferite, ceea ce presupunea că unii dintre noi ar putea proveni din rezerve superioare altora. Aceasta rezona neplăcut cu alte opinii anterioare, potrivit cărora anumite rase moderne, cum ar fi „boșimanii” africani (mai exact, Kalahari San) și aborigenii australieni, ar fi mai primitive decât altele.

Indiferent care ar fi fost sentimentele personale ale lui Coon, mulți au dedus implicit de aici că unele rase sunt mai avansate genetic și că unii oameni ar putea practic să constituie specii diferite. Perspectiva, acum considerată ofensatoare din principiu, a fost larg popularizată până nu demult în numeroase medii respectabile. Am în fața mea o carte bine-cunoscută, editată în 1961 de Time-Life Publications și intitulată *The Epic of Man (Povestea omului)*, bazată pe o serie de articole din revista *Life*. În ea regăsim comentarii precum „omul de Rhodesia... a trăit până acum 25.000 de ani și se prea poate să fi fost un strămoș al negrilor africani. Creierul lui avea dimensiuni apropiate de cel al lui *Homo sapiens*”. Cu alte cuvinte, negrii africani erau descendenții recentii ai unor ființe doar „apropiate” de *Homo sapiens*.

Thorne neagă cu tărie (și, cred eu, cu sinceritate) ideea că teoria sa ar fi rasistă în vreun fel și explică uniformitatea evoluției umane prin migrații intense în toate direcțiile, între culturi și regiuni.

— Nu avem niciun motiv să presupunem că oamenii s-ar fi deplasat într-o singură direcție, spune el. Oamenii se mișcau peste tot, iar în locurile de întâlnire este aproape sigur că au schimbat material genetic prin încrucișări. Nou-veniții nu au înlocuit populația indigenă, ci i s-au *alăturat*. Au devenit unii și aceiași.

El compară situația cu aceea în care exploratori precum Cook sau Magellan au întâlnit pentru prima oară popoare îndepărtate.

— Nu erau întâlniri între specii diferite, ci ale aceleiași specii, cu unele diferențe fizice.

Thorne afirmă insistent că, în realitate, istoria fosilelor ne prezintă o tranziție continuă și lină.

— Avem un craniu faimos din Petralona, Grecia, care datează de acum 300.000 de ani și care a reprezentat un puternic motiv de contradicție în rândul tradiționaliștilor, deoarece pare să semene în anumite privințe cu *Homo erectus*, iar în altele cu *Homo sapiens*. Ei bine, putem spune că este exact genul de situație pe care ne-am aștepta să o întâlnim în cazul speciilor aflate în evoluție, și nu în cazul unora care își iau locul succesiv.

Ceea ce ar ajuta la clarificarea situației ar fi dovezile încrucișărilor, dar existența acestora nu este deloc ușor de confirmat sau de infirmat din dovezile fosile. În 1999, arheologii din Portugalia au găsit scheletul unui copil în vârstă de circa patru ani, care a murit acum 24.500 de ani.

Scheletul, în ansamblu, era modern, dar avea anumite caracteristici arhaice, posibil neandertaliene: oasele picioarelor erau neobișnuit de solide, dinții păstrau un model caracteristic „de lopată” și (deși nu toată lumea este de acord cu aceasta) la baza craniului apărea o fosă suprainiacă, o trăsătură caracteristică exclusiv oamenilor de Neandertal. Erik Trinkaus de la Universitatea Washington din St. Louis, specialistul numărul unu în oameni de Neandertal, a anunțat că acest copil era un hibrid: dovadă a faptului că oamenii moderni s-au încrucișat cu cei de Neandertal. Alții însă au fost mirați că trăsăturile moderne și cele neandertaliene nu erau mai puternic amestecate. După cum spunea unul dintre critici: „Dacă te uiți la un catâr, nu vezi că partea din față arată a măgar, iar cea din spate a cal”.

Ian Tattersall a declarat că nu este nimic mai mult decât „un copil modern bine clădit”. El acceptă că ar fi putut exista hârjoneli între neandertalieni și moderni, dar nu crede că din acestea ar fi putut rezulta urmași capabili să se reproducă^{*1}. „Eu nu cunosc în întregul domeniu al biologiei două organisme care să fie atât de diferite și totuși să aparțină aceleiași specii”, spune Tattersall.

Întrucât rezerva noastră de fosile este atât de nefolositoare, oamenii de știință s-au îndreptat tot mai mult către studiile genetice, în special către o parte cunoscută drept ADN-ul mitocondrial. Acesta a fost descoperit abia în 1964, dar până prin anii 1980 câteva minți ingenioase de la Universitatea statului California din Berkeley și-au dat seama că acesta are două trăsături care îi conferă un avantaj special, funcționând ca un fel de ceas molecular. Este transmis numai pe linie

feminină, prin urmare nu se amestecă cu ADN-ul patern la fiecare generație, și produce mutații de aproape douăzeci de ori mai rapid decât ADN-ul nuclear normal, de aceea tiparele genetice devin mult mai ușor de detectat și de urmărit în timp. Calculând ratele mutațiilor, ei au putut afla istoriile și relațiile genetice ale unor grupuri întregi de oameni.

În 1987, echipa de la Berkeley, condusă de regretatul Allan Wilson, a făcut o analiză a ADN-ului mitocondrial pe 147 de indivizi și a declarat că apariția oamenilor cu anatomie modernă a avut loc în Africa, undeva în ultimii 140.000 de ani și că „toți oamenii din prezent sunt descendenți ai acelei populații”. Aceasta a dat o lovitură serioasă adeptilor multiregionalismului. Apoi însă, cercetătorii au început să analizeze datele mai atent. Una dintre cele mai extraordinare observații – aproape prea extraordinară pentru a i se da crezare – a fost aceea că „africanii” folosiți în studiu erau în realitate americani de culoare, ale căror gene fuseseră considerabil amestecate în ultimele câteva sute de ani. Curând, au apărut dubii și în legătură cu presupusele rate ale mutațiilor.

Până prin 1992, studiul fusese în bună parte discreditat, dar tehnicile de analiză genetică au continuat să se perfecționeze; în 1997, cercetătorii de la Universitatea din München au reușit să extragă și să analizeze o cantitate de ADN din osul brațului unui om de Neandertal autentic și de data aceasta dovezile au fost incontestabile. Studiul efectuat la München a scos la iveală faptul că ADN-ul neandertalian era diferit de orice alt ADN găsit pe Pământ până în prezent, indicând în mod edificator că nu există nicio legătură genetică

între neandertalieni și oamenii moderni. Aceasta *a fost* cu adevărat o lovitură puternică pentru multiregionalism.

Apoi, la sfârșitul anului 2000, *Nature* și alte publicații au scris despre un studiu suedez legat de ADN-ul mitocondrial pe 53 de persoane, care sugera că toți oamenii moderni au apărut din Africa undeva în ultima sută de mii de ani și au provenit dintr-o bază de reproducere de nu mai mult de 10.000 de indivizi. Curând după aceea, Eric Lander, director la Whitehead Institute/Center for Genome Research de pe lângă Massachusetts Institute of Technology, a anunțat că europenii moderni, și poate chiar oameni din părți mai îndepărtate, provin din „nu mai mult de câteva sute de africani care și-au părăsit pământurile natale abia acum 25.000 de ani”.

Așa cum remarcam altundeva în această carte, ființele umane moderne demonstrează o varietate genetică extrem de redusă – „regăsim o mai mare diversitate într-un singur grup social de 55 de cimpanzei decât în întreaga populație umană”, după cum se exprima un expert în materie – și aceasta ar explica și de ce. Întrucât suntem descendenții recentii ai unei populații fondatoare mici, nu a fost suficient timp sau suficientă populație pentru a asigura sursele necesare unei largi varietăți. Se pare că aceasta a constituit o lovitură destul de severă pentru multiregionalism. Un profesor de la Penn State a declarat pentru *Washington Post*: „După aceasta, lumea nu-și va mai bate capul cu teoria multiregionalistă, pentru care există atât de puține dovezi”.

Dar toate acestea au pierdut din vedere capacitatea aproape infinită de a surprinde a vechilor oameni de Mungo din vestul regiunii New South Wales. La începutul lui 2001, Thorne și colegii săi de la Australian National University au

relatat că au recuperat ADN de la cel mai vechi dintre speciile Mungo – datate acum la o vechime de 62.000 de ani – și că acest ADN s-a dovedit a fi „diferit genetic”.

Potrivit acestor descoperiri, omul de Mungo avea o anatomie modernă – exact ca dumneavoastră și ca mine –, dar provenea dintr-o linie genetică acum stinsă. ADN-ul său mitochondrial nu se mai regăsește în oamenii vii, așa cum ar trebui dacă, asemenea tuturor celorlalți oameni moderni, el ar fi provenit din indivizi care au părăsit Africa într-un trecut cât de cât recent.

— Și totul s-a întors din nou cu fundul în sus, spune Thorne cu o încântare nedisimulată.

Apoi au început să apară și alte anomalii, unele chiar mai curioase. Rosalind Harding, specialistă în genetica populațiilor la Institutul de Antropologie Biologică de la Oxford, a descoperit, în timp ce studia genele beta globină la oamenii moderni, două variante frecvente în rândul asiaticilor și indigenilor din Australia, dar aproape inexistente în Africa. Ea este sigură că variante de gene au apărut cu mai bine de 200.000 de ani în urmă, nu în Africa, ci în estul Asiei – cu mult înainte ca *Homo sapiens* modern să fi ajuns în acea regiune. Singura modalitate de a le explica este să acceptăm că între strămoșii oamenilor care trăiesc acum în Asia se află și hominizi arhaici – precum Omul de Java și alții asemănători. Interesant este faptul că aceeași variantă de genă – gena Omului de Java, ca să spunem așa – apare la populațiile moderne din Oxfordshire.

Nedumerit, m-am dus să mă întâlnesc cu doamna Harding la institut, care ocupă o vilă veche de cărămidă pe Banbury Road în Oxford. Harding este o australiancă micuță și vioaie,

originară din Brisbane, cu darul rar de a fi veselă și pasionată în același timp.

— Habar n-am, mi-a răspuns ea pe dată, zâmbind, când am întrebat-o cum se face că oamenii din Oxfordshire au ajuns să adăpostească secvențe de beta globină care n-ar trebui să se afle acolo. În ansamblu, a continuat ea pe un ton mai sobru, genetica susține ipoteza provenienței africane. Dar apoi dai peste astfel de grupuri nefirești, despre care majoritatea geneticienilor preferă să nu vorbească. Am putea avea la dispoziție cantități *enorme* de informații dacă le-am putea înțelege, dar încă nu am ajuns acolo. Abia suntem la început.

Refuză să se lase atrasă în comentarii despre implicațiile existenței genelor de origine asiatică în Oxfordshire, mulțumindu-se să spună că situația este, evident, complicată.

— Tot ce putem afirma în această etapă este că lucrurile nu sunt la locul lor și că noi nu știm de ce.

La momentul întâlnirii noastre, pe la începutul anului 2002, un alt cercetător de la Oxford, Bryan Sykes, tocmai terminase o carte foarte cunoscută, intitulată *The Seven Daughters of Eve* (*Cele șapte fiice ale Evei*), în care, pornind de la studiile pe ADN-ul mitocondrial, pretindea că este capabil să urmărească istoria mai tuturor europenilor astăzi în viață până la o populație fondatoare de numai șapte femei – „cele șapte fiice ale Evei” din titlu – care au trăit cu 10.000 până la 45.000 de ani în urmă, într-un timp cunoscut în știință drept paleolitic. Sykes îi dăduse câte un nume fiecăreia dintre aceste femei – Ursula, Xenia, Jasmine și tot așa – și chiar le făcuse câte o biografie personală detaliată. („Ursula era al doilea copil al mamei ei. Primul fusese luat de un leopard pe când avea numai doi ani...”)

Când am întrebat-o pe Harding despre această carte, pe față i-a apărut un zâmbet larg, dar atent, ca și cum nu ar fi fost prea sigură încotro va duce răspunsul.

— Mda, presupun că trebuie să-i recunoaștem un merit pentru că ajută la popularizarea unui subiect dificil, a spus ea, apoi a făcut o pauză gânditoare. Și apoi, există oricând o *infimă* posibilitate să aibă dreptate.

A râs, apoi a continuat pe un ton mai sigur:

— Nicio genă nu ne oferă date din care să extragem răspunsuri atât de precise. Dacă mergem înapoi pe urmele unui ADN mitocondrial, acesta ne va duce într-un anume loc – la o Ursula, o Tara sau oricare alta. Dar dacă luăm orice *alt* fragment de ADN, orice genă, la întâmplare, și mergem înapoi pe urmele *ei*, ne va duce într-un loc complet diferit.

Din câte am înțeles eu, este aproape ca și cum ai porni la întâmplare pe un drum care iese din Londra și ai afla în final că se sfârșește la John O’Groats, iar de aici ai trage concluzia că toată lumea din Londra trebuie să fi venit din nordul Scoției. Firește că s-ar *putea* să fi venit cu toții de acolo, dar la fel de bine s-ar putea să fi venit din sute de alte locuri. Potrivit lui Harding, în această privință, fiecare genă este o autostradă diferită, iar noi abia am început să trasăm hărțile.

— Nicio genă luată separat nu va relata vreodată întreaga poveste, mi-a spus ea.

Prin urmare, studiile genetice nu sunt demne de încredere?

— A, în general vorbind, ne putem încrede în studiile genetice. Dar nu ne putem încrede în concluziile categorice pe care oamenii le leagă frecvent de acestea.

Ea consideră că proveniența africană este „probabil corectă în proporție de 95%”, dar adaugă:

— Cred că ambele tabere au adus într-o cârtă un deserviciu științei insistând că trebuie să fie corectă fie o variantă, fie cealaltă. Probabil se va dovedi că lucrurile nu sunt deloc atât de categorice cum ar dori fiecare parte să vă facă să credeți. Dovezile încep să arate tot mai clar că au existat migrații și dispersii multiple în părți diferite ale lumii, către o mulțime de direcții, care s-au soldat în general cu un amestec al bazei genetice. Nu va fi niciodată ușor de clarificat acest aspect.

Cam în același timp, au apărut mai multe relatări care puneau la îndoială validitatea afirmațiilor referitoare la recuperarea mostrelor de ADN foarte vechi. O lucrare academică din *Nature* relatează că un paleontolog, întrebat de un coleg dacă credea că un craniu vechi era lăcuit sau nu, îl linsese pe creștet și apoi răspunsese că da. „Prin acest procedeu”, observa articolul din *Nature*, „asupra craniului s-au transferat cantități mari de ADN uman modern”, motiv pentru care el a devenit inutil pentru viitoare studii. Am întrebat-o pe Harding ce părere are.

— A, sunt convinsă că fusese deja contaminat, mi-a răspuns ea. Osul se contaminează și prin simpla atingere. Și dacă se respiră asupra lui se va contamina. Aproape toată apa din laboratoarele noastre îl contaminează. Cu toții înotăm în ADN străin. Pentru a obține un specimen suficient de curat, trebuie să fie excavat în condiții sterile și apoi să se desfășoare testele pe el chiar la locul excavării. Necontaminarea specimenelor este unul dintre cele mai dificile lucruri din lume.

Așadar, aceste teorii trebuie tratate cu circumspecție? am întrebat. Doamna Harding a dat din cap solemn.

— Cu foarte multă circumspecție, a spus ea.

Dacă doriți să înțelegeți rapid de ce știm atât de puține lucruri despre originile omului, am găsit locul potrivit pentru dumneavoastră. Acesta se găsește puțin dincolo de marginile dealurilor albastre Ngong, Kenya, către sudul și vestul orașului Nairobi. Dacă ieșiți din oraș cu mașina pe autostrada principală către Uganda, vă veți trezi într-o clipă de splendoare, în care pământul pare să se scufunde și în fața ochilor vă apare priveliștea nesfârșitei câmpii africane, de un verde palid, văzută ca dintr-un planor.

Acesta este Marele Rift siro-african, care descrie un cerc de aproape 5.000 km peste estul Africii, marcând ruptura tectonică dintre Africa și Asia. Aici, la circa 65 km depărtare de Nairobi, în bazinul fierbinte al văii, se află un sit antic numit Olorgesailie, care avea cândva în apropiere un lac enorm și încântător. În 1919, la multă vreme după ce lacul dispăruse, un geolog pe nume J.W. Gregory cerceta regiunea în căutare de rezerve minerale, când a dat peste o întindere de teren deschis, presărat cu pietre întunecate, curioase, care în mod evident fuseseră modelate de o mână omenească. Tocmai descoperise unul dintre cele mai importante situri de unelte acheuleene lucrate de mână, despre care îmi povestise Ian Tattersall.

În toamna lui 2002 m-am trezit pe neașteptate vizitator în acest loc extraordinar. Mă aflam în Kenya pentru cu totul altceva, pentru a urmări niște proiecte derulate de organizația caritabilă CARE International, dar gazdele mele, cunoscându-

mi interesul pentru originile oamenilor în vederea scrierii acestei cărți, au inclus în program o vizită la Olorgesailie.

De la descoperirea sa de către geologul Gregory, Olorgesailie a rămas neatins vreme de peste două decenii, până când faimoasa echipă formată din soții Louis și Mary Leakey a început o excavare care încă nu a fost încheiată. Soții Leakey au descoperit un sit care se întinde pe aproximativ patru hectare, în care se găsesc unelte într-un număr inimaginabil, produse vreme de circa un milion de ani, începând cu 1,2 milioane de ani până la 200.000 de ani în urmă. În prezent, suprafețele pe care se găsesc uneltele sunt adăpostite de vicisitudinile naturii în magazii mari de tablă și îngrădite cu plasă de sârmă, pentru a-i descuraja pe vizitatorii oportuniști să le împrăști, dar în rest uneltele au fost lăsate exact acolo unde le abandonaseră făuritorii lor și unde le-au găsit soții Leakey.

Jillani Ngalli, un tânăr entuziast de la Muzeul Național din Kenya care ne fusese trimis drept ghid, mi-a spus că rocile de cuarț și obsidian din care fuseseră cioplite topoarele nu existaseră niciodată în bazinul văii.

— Au trebuit să care pietrele de acolo, mi-a spus el indicând din cap către doi munți aflați la oarecare distanță, în direcția opusă sitului: Olorgesailie și Ol Esakut.

Fiecare se afla la circa zece kilometri – o distanță lungă, dacă trebuie să o parcurgi cu brațele pline de pietre.

Firește că nu ne rămâne decât să ghicim de ce oamenii primitivi din Olorgesailie s-au complicat atât de tare. Și nu numai că au cărat pietre atât de grele pe distanțe considerabile, până la marginea lacului, ci probabil că după aceea au organizat situl, lucru și mai remarcabil. Excavațiile

soților Leakey au scos la iveală zone în care erau făurite topoarele și zone în care cele tocite erau aduse pentru a fi reascuțite. Pe scurt, Olorgesailie era un fel de fabrică; și încă una care a avut activitate vreme de un milion de ani.

Copiile făcute au arătat că topoarele erau obiecte complicate, pentru fabricarea cărora era nevoie de un efort considerabil – chiar și pentru cei experimentați, un topor însemna ore bune de muncă –, și, cu toate acestea, lucrul curios este acela că nu erau prea bune pentru tăiat, ciopârțit, răzuit sau orice alte îndeletniciri la care presupunem că erau folosite. Prin urmare, nu ne rămâne decât să acceptăm ideea că, vreme de un milion de ani – mult, mult mai mult decât perioada de existență a propriei specii, ca să nu mai vorbim de perioada în care aceasta a desfășurat activități care presupuneau eforturi continue de cooperare –, oamenii timpurii s-au adunat în acest loc într-un număr considerabil pentru a produce, în cantități de-a dreptul extravagante, unelte care, și aici este lucrul de mirare, par să fi fost inutile.

Și cine erau acești oameni? Păi, de fapt nu avem habar. Presupunem că erau *Homo erectus*, doar pentru că nu cunoaștem alți candidați viabili, de unde ar rezulta că, la apogeul lor – *apogeul* lor! –, muncitorii din Olorgesailie trebuie să fi avut creierul unui copil modern. Dar nu avem nicio dovadă fizică pe care să ne fundamentăm concluzia. În ciuda celor peste șaiszeci de ani de cercetări, nu s-a găsit niciun os uman în sau în jurul regiunii Olorgesailie. Oricât de mult timp și-ar fi petrecut acolo pentru a-și ciopli rocile, se pare că s-au dus în altă parte ca să moară.

— E un mister total, mi-a spus Jillani Ngalli, radiind de bucurie.

Oamenii din Olorgesailie au ieșit din scena existenței acum 200.000 de ani, când lacul a secat și Valea Marelui Rift a început să se transforme în locul fierbinte și neprimitor pe care îl cunoaștem astăzi. Dar la acel moment specia lor avea deja zilele numărate. Lumea era pe cale să cunoască prima sa rasă cu adevărat dominantă, *Homo sapiens*. Și lucrurile nu aveau să mai fie niciodată ca până atunci.

*1 Una dintre posibilități ar fi aceea că oamenii de Neandertal și cei de Cro-Magnon ar fi avut numere diferite de cromozomi, o complicație ce apare frecvent atunci când se încrucișează specii apropiate, dar nu chiar identice. În lumea ecvestră, de exemplu, caii au 64 de cromozomi, iar măgarii 62. Dacă îi împerechem, vom obține un urmaș cu un număr de cromozomi inutil din punctul de vedere al reproducerii, 63. Pe scurt, obținem un catâr steril.

Capitolul 30

La revedere

La începutul anilor 1680, cam pe când Edmond Halley și prietenii săi, Christopher Wren și Robert Hooke, se așezau confortabil într-o cafenea din Londra și puneau banalul pariu ce avea să ducă într-un final la *Principiile* lui Isaac Newton, cam pe vremea în care Henry Cavendish cântărea Pământul și în vremea multora dintre laudabilele aventuri inspirate care ne-au ținut mintea ocupată în ultimele aproximativ patru sute de pagini, undeva departe, în Oceanul Indian, la circa 1.300 de kilometri în estul coastei Madagascarului, pe insula Mauritius, se marca o altă piatră de hotar, mai puțin dezirabilă.

Acolo, vreun marinar uitat de lume sau tovarășul său patruped gonea din urmă, înspre moarte, ultimul exemplar de dodo, faimoasa pasăre nezburătoare pe care firea sa morocănoasă, dar încrezătoare și lipsa de agilitate a picioarelor au transformat-o într-o țintă irezistibilă pentru marinarii plictisiți, coborâți la plimbare pe mal. Milioane de ani de izolare pașnică nu o pregătiseră pentru comportamentul imprevizibil și profund perturbator al ființelor umane.

Nu cunoaștem circumstanțele exacte care au marcat cele din urmă clipe ale ultimei păsări dodo din anul fatal, prin

urmare nu știm care a fost mai întâi, o lume care cunoștea *Principia* sau una în care nu exista dodo, dar știm cu siguranță că s-au întâmplat aproape concomitent. Cred că am putea găsi cu greu o mai bună alăturare de situații care să ilustreze natura divină și, în același timp, distrugătoare a ființei umane – o specie de organisme capabilă să descifreze cele mai adânci secrete ale cerurilor, dar să determine și dispariția, fără niciun fel de sens, a creaturii care nu ne-a făcut niciodată vreun rău și care, mai mult, nu avea nici cea mai vagă capacitate pentru a înțelege ce făceam noi cu ea în acel moment. Este un fapt atestat că păsările dodo erau de o asemenea îngustime a minții, încât, dacă voiai să le aduni pe toate, nu trebuia decât să prinzi una și să o faci să chițăie și toate celelalte se adunau cu pași greoi să vadă ce se întâmplă.

Și umilintele bieteii păsări dodo nu se încheie aici. În 1755, la circa șaptezeci de ani după moartea ultimului exemplar, directorul Muzeului Ashmolean din Oxford a decis că pasărea dodo împăiată pe care o deținea instituția mirosea tot mai urât a mucegai și a hotărât să fie aruncată pe foc. O decizie cu adevărat surprinzătoare, dacă ne gândim că în acel moment era singura dodo existentă, împăiată sau altfel. Un angajat, consternat, a încercat să salveze pasărea, dar nu a reușit să recupereze decât capul și o parte dintr-un membru.

Ca urmare a acestei deraieri a bunului-simț, în prezent nu mai putem ști cu siguranță cum arăta o pasăre dodo în viață. Informațiile noastre sunt mult mai sărace decât și-ar imagina majoritatea oamenilor – doar câteva descrieri barbare ale unor „călători neavizați, trei sau patru picturi în ulei și câteva fragmente de oase disparate”, ca să preluăm cuvintele aproape îndurerate ale unui naturalist din secolul al XIX-lea,

H.E. Strickland. După cum observa cu tristețe Strickland, avem mai multe dovezi palpabile despre existența unor monștri marini străvechi și sauropode greoaie decât despre o pasăre care a trăit până în timpurile moderne și care, pentru a supraviețui, nu ne cerea nimic altceva decât absența.

Iată deci ce știm despre dodo: a trăit în Mauritius, era dolofană, dar nu gustoasă, era cel mai mare exemplar din familia porumbeilor, deși nu putem ști exact cât de mare, întrucât nu i s-a determinat niciodată greutatea. Din extrapolările pornite de la „fragmente osoase” ale lui Strickland și modestele rămășițe de la Ashmolean, observăm că înălțimea ei era puțin peste 75 cm și cam tot atât avea între vârful ciocului și coadă. Cum nu putea să zboare, își făcea cuibul pe pământ, iar ouăle și puii săi erau o pradă mult prea ușoară pentru porcii, câinii și maimuțele aduse pe insulă de invadatori. Probabil că era aproape dispărută în 1683 și aproape sigur nu mai exista niciuna în 1693. Mai mult de atât nu știm, cu excepția faptului că, evident, n-o să o mai vedem niciodată. Nu știm nimic despre obiceiurile sale legate de hrană și reproducere, unde se adăpostea, ce sunete scotea când era liniștită sau în pericol. Nu avem decât un singur ou de dodo.

De la un cap la altul, contactul nostru cu păsările dodo vii a durat numai șaptezeci de ani. Acest interval atât de scurt este de natură să ne sperie – însă trebuie să menționăm că, până la acest moment al istoriei noastre, aveam în spate o practică de mii de ani în materie de epurări definitive. Nimeni nu știe exact cam cât de distructivă este ființa umană, dar nu putem nega faptul că în ultimii 50.000 de ani, oriunde am pus noi

picioarul, animalele au manifestat tendința să dispară, cel mai adesea într-un număr înspăimântător.

În America, treizeci de genuri de animale mari – unele chiar foarte mari – au dispărut practic dintr-o lovitură după sosirea pe continent a omului modern, acum 10.000-20.000 de ani. America de Nord și de Sud au pierdut la un loc aproape trei sferturi dintre animalele mari după ce omul vânător a sosit aici înarmat cu sulițele sale ascuțite și cu minunate abilități organizatorice. În Europa și Asia, unde animalele avuseseră la dispoziție o perioadă mai lungă pentru a-și dezvolta neîncrederea față de oameni, s-au pierdut între o treime și jumătate din creaturile mari. Din motive contrare, Australia a pierdut nu mai puțin de 95% dintre ele.

Întrucât populațiile primitive de vânători erau relativ reduse și, prin comparație, populațiile animale de-a dreptul monumentale – se consideră că numai în tundra din nordul Siberiei ar zăcea înghețate până la zece milioane de schelete de mamuți –, unii specialiști sunt de părere că trebuie să existe și alte explicații, legate poate de schimbări climatice sau chiar de pandemii. Ross MacPhee de la Muzeul American de Istorie Naturală, remarcă: „Vânarea animalelor periculoase în număr mai mare decât este absolut necesar nu aduce niciun beneficiu material – până la urmă, câte fripturi de mamut poți mânca?”. Alții consideră că s-ar putea să fi fost extrem de ușor să prinzi și să extermini prada. Tim Flannery spunea: „În Australia și cele două Americi, probabil că animalele nu știau nici măcar că trebuie să fugă”.

Unele dintre ființele pierdute erau de o unicitate spectaculoasă și ne-ar ridica ceva probleme legate de acomodare dacă ar mai fi prezente și astăzi. Imaginați-vă

leneși de pământ care ar putea privi pe o fereastră de la etaj, broaște-țestoase aproape de dimensiunile unui Fiat mic, varani de șase metri lungime prăjindu-se la soare pe marginea autostrăzilor prin deșertul din vestul Australiei. Din nefericire, toate acestea au pierit, iar noi trăim pe o planetă sărăcită. În prezent, pe tot globul au supraviețuit doar patru tipuri de animale de uscat cu adevărat mari (de o tonă sau mai mult): elefanții, rinocerii, hipopotamii și girafele. De zeci de milioane de ani, viața pe Pământ nu a mai fost atât de săracă și de docilă.

Se naște întrebarea dacă disparițiile din epoca de piatră și cele din vremuri mai recente sunt în realitate o parte a unui unic mare eveniment de dispariție – mai exact, dacă oamenii sunt prin natura lor aducători de moarte pentru alte ființe vii. Cu tristețe trebuie să recunoaștem că, după toate probabilitățile, așa suntem. Potrivit paleontologului David Raup de la Universitatea din Chicago, rata medie de dispariție naturală pe Pământ de-a lungul istoriei biologice a fost de o specie la patru ani. Potrivit lui Richard Leakey și Roger Lewin, în *The Sixth Extinction (A șasea dispariție)*, disparițiile provocate de om ar putea să se ridice în prezent la un nivel de o sută douăzeci de mii de ori mai mare.

La mijlocul anilor 1990, naturalistul australian Tim Flannery, acum director la South Australian Museum din Adelaide, a fost uimit de cât de puțin știm despre numeroase dispariții, inclusiv unele relativ recente.

— Oriunde te-ai uita, par să existe goluri – piese lipsă, cum s-a întâmplat cu pasărea dodo, sau necunoscute deloc, mi-a spus el la Melbourne la începutul lui 2002.

Flannery l-a recrutat pe prietenul său, Peter Schouten, un concetățean artist, și au pornit împreună într-o aventură ușor obsesivă de cercetare a marilor colecții ale lumii, pentru a descoperi ce s-a pierdut, ce a rămas și ce nu s-a știut niciodată. Și-au petrecut patru ani scormonind printre piei vechi, specimene mucegăite, desene învechite și descrieri, oriunde au reușit să găsească ceva. Schouten a realizat picturi în mărime naturală ale fiecărui animal pe care l-au putut recrea în limite rezonabile, iar Flannery a scris textele. Rezultatul a fost o carte extraordinară, numită *A Gap in Nature (Un gol în natură)*, care reprezintă cel mai complet – și, trebuie să recunoaștem, cel mai emoționant – catalog al speciilor de animale dispărute în ultimii trei sute de ani.

Pentru unele animale, existau informații destul de bune, dar nimeni nu făcuse mai nimic cu ele, uneori de ani buni, alteori niciodată. Vaca de mare a lui Steller, o creatură asemănătoare cu morsele, din aceeași familie cu dugongul, a fost unul dintre ultimele animale mari care au dispărut. Era cu adevărat enormă – un adult putea ajunge la lungimi de aproape nouă metri și putea cântări zece tone –, dar noi am aflat de existența ei numai pentru că în 1741 o expediție rusească s-a întâmplat să eșueze în singurul loc în care aceste creaturi mai supraviețuiau într-un număr oarecare, în cețurile îndepărtatelor Insule ale Comandorului din Marea Bering.

Din fericire, expediția era însoțită de un naturalist, Georg Steller, care a fost fascinat de acest animal.

— A luat niște notițe incredibil de detaliate, spune Flannery. Le-a măsurat chiar și diametrul mustăților. Singurul lucru pe care nu a vrut să îl descrie au fost organele genitale

masculine – deși, din motive doar de el știute, a descris fără probleme organele genitale ale femelei. A păstrat până și o bucătică de piele, așa că ne putem face o idee destul de clară despre textura acesteia. Dar nu întotdeauna am fost la fel de norocoși.

Singurul lucru pe care Steller nu l-a putut face a fost să salveze animalul însuși de la dispariție. Deja vânat în exces, până la limita extincției, avea să dispară complet în următorii 27 de ani după descoperirea lui Steller. Însă multe alte animale nu au putut fi incluse în catalog, pentru că se cunosc prea puține despre ele. Șoarecele săritor din Darling Downs, lebedele din Insulele Chatham, cârsteiul de baltă nezbурător din Insula Ascension, cel puțin cinci tipuri de țestoase mari și multe altele sunt definitiv pierdute, cu excepția numelor.

Flannery și Schouten au descoperit că o bună parte dintre dispariții nu au fost nici crude, nici intenționate, ci doar de o maiestuoasă prostie. În 1894, când s-a construit un far pe o stâncă singuratică numită Insula Stephens, din istmul furtunos dintre Insula de Nord și Insula de Sud ale Noii Zeelande, pisica paznicului de la far îi tot aducea niște păsări mici, ciudate, pe care le prindea. Paznicul, de bună-credință, a trimis câteva specimene la muzeul din Wellington. Aici, un muzeograf s-a arătat extrem de încântat de ele, întrucât pasărea era o specie relicvă de pitulice nezbурătoare – singurul exemplu de pasăre cântătoare nezbурătoare descoperit vreodată. A pornit pe dată către insulă, dar, până să ajungă el acolo, pisica le omorâse pe toate. Douăsprezece specimene împăiate de muzeu sunt singurele care mai există din pitulicea nezbурătoare de pe Insula Stephens.

Bine măcar că le avem și pe acelea. De prea multe ori, se dovedește că nu suntem cu nimic mai capabili să avem grijă de o specie după ce aceasta a dispărut decât eram pe vremea când mai trăia încă. Să luăm de exemplu minunatul peruș bălțat de Carolina. De un verde smarald, cu capul auriu, am putea chiar să o considerăm cea mai atrăgătoare și mai frumoasă pasăre care a trăit vreodată în America de Nord – după cum probabil că ați observat, papagalii nu se aventurează de obicei atât de departe către nord –, iar la apogeul speciei sale a existat într-un număr impresionant, depășit doar de cel al porumbeilor călători. Dar același peruș de Carolina era considerat de către fermieri un dăunător și vânat fără mare bătaie de cap, pentru că se mișca în cârduri strânse și avea ciudatul obicei de a zbura în înalt la auzul focului de armă (previzibil), deși se întorcea aproape imediat, să aibă grijă de tovarășii doborâți.

În lucrarea sa clasică *American Ornithology* (*Ornitologie americană*), scrisă la începutul secolului al XIX-lea, Charles Willson Peale descrie o situație în care și-a descărcat repetat pușca într-un copac în care acestea se adăpostiseră:

La fiecare descărcare a puștii, deși cădeau în valuri, afecțiunea supraviețuitorilor părea mai degrabă să sporească; pentru că, după câteva cercuri pe deasupra locului, coborau din nou lângă mine, privind în jos către tovarășii lor măcelăriți, prezentând semne atât de evidente de simpatie și de preocupare, încât m-au dezarmat complet.

Până în al doilea deceniu al secolului XX, aceste păsări fuseseră vâdate cu atâta înverșunare, încât abia mai rămăseseră câteva în captivitate. Ultima dintre ele, pe nume Inca, a murit în 1918 la grădina zoologică din Cincinnati (la nici patru ani după stingerea ultimului porumbel migrator în aceeași grădină zoologică) și a fost împăiată reverențios. Și unde poți să te duci acum ca să o vezi pe biata Inca? Nu știe nimeni. Grădina zoologică a pierdut-o.

Năucitor și curios în același timp în povestea de mai sus este faptul că Peale era un iubitor de păsări și totuși nu ezita să le omoare în număr considerabil din simplul motiv că i se părea interesant. Este de-a dreptul uluitor că, foarte multă vreme, oamenii cei mai interesați de lumea ființelor vii erau și cei care se pricepeau cel mai bine să le împingă la dispariție.

Și nimeni nu a confirmat această afirmație la o scară mai reprezentativă (în toate sensurile) decât Lionel Walter Rothschild, al doilea baron de Rothschild. Descendent al mării familii de bancheri, Rothschild era un individ ciudat și introvertit. Și-a trăit întreaga viață, între 1868 și 1937, în aripa pentru copii a locuinței sale din Tring, Buckinghamshire, folosind mobila de pe vremea când era copil – ba chiar dormind în patul său din copilărie, deși a ajuns să cântărească 135 de kilograme.

Pentru că pasiunea sa era istoria naturală, a devenit un înfocat colecționar de obiecte. A trimis hoarde de oameni bine pregătiți – până la patru sute odată – în fiecare colț al globului să se cațare pe munți și să-și croiască drum prin junglă, în căutare de noi specimene – cu precădere zburătoare. Acestea erau puse în cutii sau în coșuri și trimise înapoi la locuința lui

Rothschild din Tring, unde el, împreună cu un batalion de asistenți catalogau și analizau exhaustiv tot ce primeau, producând un flux constant de cărți, lucrări și monografii – până la un total de 1.200. În ansamblu, fabrica de istorie naturală a lui Rothschild a procesat mai bine de două milioane de specimene și a îmbogățit arhivele științei cu peste 5.000 de specii.

Și mai remarcabil este faptul că eforturile de colecționat ale lui Rothschild nu au fost nici cele mai extinse, nici cele mai finanțate din secolul al XIX-lea. Acest titlu îi revine fără doar și poate unui alt colecționar britanic, la fel de bogat, dintr-o perioadă puțin anterioară, pe nume Hugh Cuming, care a devenit atât de obsedat de acumularea de obiecte, încât a construit o imensă navă oceanică și a angajat un echipaj care să navigheze permanent prin lume adunând tot ce putea găsi – păsări, plante, animale de orice fel și mai ales scoici. Neegalata sa colecție de ciripede, ajunsă în mâinile lui Darwin, a servit drept bază pentru atât de productivul său studiu.

Rothschild a fost de departe cel mai avizat colecționar al epocii sale, însă, în același timp, regretabil de ucigător, pentru că în anii 1890 a devenit preocupat de Hawaii, probabil cel mai vulnerabil și mai tentant mediu pe care l-a dat Pământul vreodată. Grație milioaneilor de ani de izolare, în Hawaii au putut să evolueze 8.800 de specii unice de plante și animale. Rothschild s-a arătat interesat cu precădere de păsările viu colorate și unice ale insulelor, de multe ori reprezentate de populații foarte mici, care ocupau arealuri extrem de bine delimitate.

Tragedia multor păsări hawaiiene a fost aceea că nu erau numai deosebite, dezirabile și rare – o combinație periculoasă până și în cele mai favorabile circumstanțe –, dar de multe ori ți se rupea inima de cât de ușor puteau fi omorâte. Marea cintează de koa, un membru inofensiv din familia Coerebidae, se ascundea timid în coroanele arborilor koa (*Acacia koa*), dar, dacă cineva îi imita sunetele, își abandona pe loc camuflajul și zbura în întâmpinarea sunetului. Ultimul membru al speciei sale a dispărut în 1896, ucis de Harry Palmer, colectorul expert al lui Rothschild, la cinci ani după dispariția verișoarei sale, cinteza mică de koa, o pasăre de o raritate sublimă, din care a fost văzut un singur exemplar: cel împușcat pentru colecția lui Rothschild. În cei zece ani de colecționare intensivă a lui Rothschild, au dispărut în total cel puțin nouă specii de păsări hawaiiene, deși se poate să fi fost mai multe.

Nu trebuie să înțelegem de aici că Rothschild ar fi fost unic în zelul său de a captura păsări aproape cu orice preț. Ba chiar au fost alții și mai nemiloși. În 1907, când un bine-cunoscut colecționar pe nume Alanson Bryan și-a dat seama că a împușcat ultimele trei specimene de mamă negru (*Drepanis pacifica*), o specie de păsări de pădure care fusese descoperită cu numai zece ani înainte, și-a notat că vestea l-a umplut de „bucurie”.

Pe scurt, a fost o epocă greu de înțeles – o vreme în care aproape orice animal era persecutat dacă atrăgea atenția în vreun fel, oricât de puțin. În 1890, statul New York a plătit recompense pentru uciderea a o sută de pume răsăritene, deși era absolut evident că bietele creaturi atât de hărțuite erau pe cale de dispariție. Până în anii 1940, numeroase state au continuat să plătească recompense pentru uciderea oricărui

animal de pradă. Statul Virginia de Vest a oferit chiar o bursă de colegiu anuală oricui aducea cel mai mare număr de dăunători uciși – în acest caz, „dăunători” era interpretat, în cel mai liberal sens, ca însemnând aproape tot ceea ce nu creștea la ferme sau nu era ținut ca animal de casă.

Poate că nimic nu descrie mai elocvent ciudățenia acelor vremuri decât soarta minunatului lăcar al lui Bachman. Originar din sudul Statelor Unite, lăcarul era faimos pentru cântecul lui deosebit de plăcut, dar populația, niciodată prea numeroasă, a scăzut treptat până când lăcarul a dispărut complet prin anii 1930 și nu a mai fost văzut mai mulți ani la rând. Apoi, în 1939, printr-o fericită coincidență, doi pasionați de păsări, aflați la mare depărtare unul de celălalt, au dat peste supraviețuitori singuratici, aflați la o distanță de două zile unul de celălalt. Amândoi au împușcat păsările.

Iar impulsul de a extermina nu este în niciun fel proprietatea exclusivă a americanilor. În Australia s-au plătit recompense pentru tigru tasmanian, o vietate asemănătoare unui câine cu dungi „tigrate” foarte pronunțate pe spate, până cu puțin timp înainte ca ultimul exemplar să moară, anonim și singuratic, într-o grădină zoologică privată din Hobart în 1936. Dacă mergeți la Muzeul Tasmanian și la Galeriile de Artă și cereți să vedeți ultimul exemplar din această specie – unicul mare carnivor marsupial care a trăit până în vremurile moderne –, singurul lucru pe care vi-l pot arăta sunt fotografii și șaizeci și una de secunde de peliculă veche. La moartea sa, ultimul tigru tasmanian a fost aruncat odată cu gunoiul săptămânal.

Vă spun toate acestea pentru a sublinia că, dacă ați dori să proiectați un organism care să aibă grijă de formele de viață din cosmosul nostru singuratic, să monitorizeze unde se plasează acesta și să mențină o statistică a locurilor pe unde a trecut, nu ați alege pentru această sarcină ființele umane.

Dar iată un lucru extrem de izbitor: noi suntem cei aleși de mâna sortii, a providenței sau oricum altfel ați dori să-i spuneți. Din câte știm noi, suntem cea mai bună opțiune. Și s-ar putea să fim și unica. Este demoralizant să ne gândim că noi am putea reprezenta concomitent suprema realizare a universului viu și cel mai înfiorător coșmar al său.

Tocmai din cauza remarcabilei noastre nepăsări atunci când trebuie să avem grijă de alte ființe, atât cât sunt în viață, cât și după aceea, nu avem nicio idee, absolut niciuna, despre numărul celor care au murit pentru totdeauna, câte ar putea muri în viitorul apropiat, câte s-ar putea să nu moară niciodată și ce rol am jucat noi în vreuna dintre etapele procesului. În cartea sa din 1979 *The Sinking Ark (Arca pe cale să se scufunde)*, Norman Myers afirma că activitățile umane provoacă pe planetă, în medie, două dispariții pe săptămână. Până la începutul anilor 1990, el mărise cifra până la șase sute pe săptămână (aceasta însemnând dispariții de tot felul – plante, insecte, animale și toate celelalte). Alții au plasat cifra chiar mai sus – la mai bine de o mie pe săptămână. Pe de altă parte, un raport din 1995 al Organizației Națiunilor Unite a plasat numărul total de dispariții din ultimii patru sute de ani la puțin sub 500 pentru animale și puțin peste 650 pentru plante – deși admitea că aproape sigur cifrele reprezentau niște subestimări, în special în ceea ce privește

speciile tropicale. Sunt unii care consideră că majoritatea cifrelor reprezentând exterminările sunt mult exagerate.

Adevărul este că nu știm. Habar nu avem. Nu știm când am început să facem multe dintre lucrurile pe care le-am făcut, nu știm ce facem în prezent sau cum vor afecta acțiunile noastre din prezent viitorul. Tot ce știm este că avem o singură planetă pe care să ne desfășurăm activitățile și că există o singură specie de ființe capabilă să schimbe lucrurile conștient. Edward O. Wilson a exprimat toate acestea, cu o concizie remarcabilă, în *The Diversity of Life (Diversitatea vieții)*: „O planetă, un experiment”.

Dacă această carte conține o lecție, atunci aceasta este că suntem incredibil de norocoși să ne aflăm aici – și prin „noi” înțeleg fiecare ființă vie. Se pare că este o realizare remarcabilă să ajungi la stadiul de formă de viață, oricare ar fi ea, în acest univers. Firește că noi, oamenii, suntem de două ori norocoși. Nu ne bucurăm doar de privilegiul existenței, ci și de capacitatea unică de a o aprecia și chiar, într-o varietate de forme, de a o îmbunătăți. Și acesta este un truc pe care abia începem să-l deprindem.

Am ajuns la această poziție de superioritate într-un timp uluitor de scurt. Oamenii cu un comportament modern există de nu mai mult de 0,01% din istoria Pământului – o nimica toată –, dar chiar și o existență atât de scurtă a depins de un noroc aproape continuu și infinit.

Suntem cu adevărat abia la început. Și evident că trucul constă în a ne asigura că nu vom ajunge niciodată la final. Dar este aproape sigur că, pentru aceasta, va fi nevoie de ceva mai mult decât de simplul noroc.

Note^{*}

Capitolul 1

Cum se construiește un univers

- p. 27 Protonii sunt atât de minusculi, încât: Bodanis, $E = mc^2$, p. 111.
- p. 27 Acum, în acel spațiu mic-mititel, îngrămădiți: Guth, *The Inflationary Universe*, p. 254.
- p. 28 Părerile par să se îndrepte spre un consens în jurul cifrei de 13,7 miliarde de ani: *The New York Times*, „Cosmos Sits for Early Portrait, Gives Up Secrets”, 12 februarie 2003, p. 1; *US News and World Report*, „How Old Is the Universe?”, 18-25 august 1997, pp. 34-36.
- p. 28 s-a ivit momentul pe care știința îl cunoaște drept $t = 0$: Guth, *The Inflationary Universe*, p. 86.
- p. 29 Au urcat iar în antenă cu măhuri și perii de frecat și au curățat atent: Lawrence M. Krauss, „Rediscovering Creation”, în Shore (ed.), *Mysteries of Life and the Universe*, p. 50.
- p. 29 un instrument care ar fi putut descoperi acest lucru: antena Bell: Overbye, *Lonely Hearts of the Cosmos*, p. 153.

- p. 29 Ei descoperiseră marginea universului: *Scientific American*, „Echoes from the Big Bang”, ianuarie 2001, pp. 38-43.
- p. 30 Descoperirile lui Penzias și Wilson au împins cunoașterea noastră despre universul vizibil: Guth, *The Inflationary Universe*, p. 101.
- p. 30 circa unu la sută dintre paraziții săltăreți pe care îi recepționați: Gribbin, *In the Beginning*, p. 18.
- p. 31 „Seamănă foarte mult cu întrebările de natură religioasă”: *The New York Times*, „Before the Big Bang, There Was... What?”, 22 mai 2001, p. F1.
- p. 31 sau a zecea milioana de mii de miliarde de mii de miliarde de mii de miliarde parte dintr-o secundă: Alan Lightman, „First Birth”, în Shore (ed.), *Mysteries of Life and the Universe*, p. 13.
- p. 32 Avea treizeci și doi de ani și, după propria mărturisire, nu făcuse: Overbye, *Lonely Hearts of the Cosmos*, p. 216.
- p. 32 Prelegerea l-a inspirat pe Guth să își îndrepte atenția: Guth, *The Inflationary Universe*, p. 89.
- p. 32 dublându-și dimensiunile la fiecare 10^{-34} secunde: Overbye, *Lonely Hearts of the Cosmos*, p. 242.
- p. 32 a transformat universul din ceva ce ai putea cuprinde în palmă în ceva de cel puțin 10.000.000.000.000.000.000.000.000 de ori mai mare: *New Scientist*, „The First Split Second”, 31 martie 2001, pp. 27-30.
- p. 33 și cu o dispunere perfectă pentru crearea stelelor, galaxiilor și a altor sisteme complexe: *Scientific American*, „The First Stars in the Universe”, decembrie 2001, pp. 64-71; *The New York Times*, „Listen Closely: From Tiny Hum Came Big Bang”, 30 aprilie 2001, p. 1.

- p. 33 „Tryon a subliniat faptul că nimeni nu a stat să numere încercările eșuate”, citat de Guth, *The Inflationary Universe*, p. 14.
- p. 33 El face o analogie cu un enorm magazin de îmbrăcăminte: *Discover*, „Why Is There Life?”, noiembrie 2000, p. 66.
- p. 34 la cea mai neînsemnată ciupeală din aceste numere, universul: Rees, *Just Six Numbers*, p. 147.
- p. 34 Pe termen lung însă, forța gravitațională s-ar putea dovedi un pic prea puternică: *Financial Times*, „Riddle of the Flat Universe”, 1-2 iulie 2000; *Economist*, „The World Is Flat After All”, 20 mai 2000, p. 97.
- p. 35 galaxiile se îndepărtează unele de altele în mare viteză: Weinberg, *Dreams of a Final Theory*, p. 26.
- p. 35 Oamenii de știință presupun pur și simplu că nu ne putem afla cu adevărat în centrul: Hawking, *A Brief History of Time*, p. 47.
- p. 36 Universul vizibil – universul pe care îl cunoaștem și despre care putem vorbi: Hawking, *A Brief History of Time*, p. 13.
- p. 36 numărul de ani-lumină până la marginea acestui univers extins, nevăzut: Rees, *Just Six Numbers*, p. 147.

Capitolul 2

Bine ați venit în sistemul solar

- p. 37 Pornind de la cele mai slabe pulsații și devieri ale stelelor îndepărtate: *New Yorker*, „Among Planets”, 9 decembrie 1996, p. 84.

- p. 37 „mai mică decât energia unui singur fulg de nea care atinge pământul”: Sagan, *Cosmos*, p. 261.
- p. 37 În vara acelui an, un tânăr astronom, pe nume James Christy: comunicat de presă al US Naval Observatory, a douăzecea aniversare a descoperirii lunii lui Pluto, 22 iunie 1998.
- p. 37 Pluto era mult mai mică decât se crezuse până atunci: *Atlantic Monthly*, „When Is a Planet Not a Planet?”, februarie 1998, pp. 22-34.
- p. 38 După cum spune astronomul Clark Chapman: citat în emisiunea *Nova* de la PBS, „Doomsday Asteroid”, transmisă inițial la 29 aprilie 1997.
- p. 38 încât abia după alți șapte ani cineva a reușit să observe din nou luna: comunicat de presă emis de US Naval Observatory, a douăzecea aniversare a descoperirii lunii lui Pluto, 22 iunie 1998.
- p. 39 după un an de cercetări perseverente, a reușit cumva să-l zărească pe Pluto: lucrarea lui Tombaugh, „The Struggles to Find the Ninth Planet”, de pe website-ul NASA.
- p. 39 Unii astronomi continuă încă să creadă că ar putea exista undeva, acolo, o Planetă X: *Economist*, „X Marks the Spot”, 16 octombrie 1999, p. 83.
- p. 40 Centura Kuiper a fost demonstrată teoretic de un astronom pe nume F.C. Leonard, în anul 1930: *Nature*, „Almost Planet X”, 24 mai 2001, p. 423.
- p. 40 abia la 11 februarie 1999 Pluto s-a întors pe traiectoria exterioară: *Economist*, „Pluto Out in the Cold”, 6 februarie 1999, p. 85.
- p. 40 încă din decembrie 2002 descoperiseră alte peste șase sute de Obiecte Transneptuniene: *Nature*, „Seeing Double

- in the Kuiper Belt”, 12 decembrie 2002, p. 618.
- p. 41 cam cât o bucată de cărbune: *Nature*, „Almost Planet X”, 24 mai 2001, p. 423.
- p. 41 în prezent se îndepărtează de noi cu aproximativ 56.000 de kilometri pe oră: PBS, transcriere *NewsHour*, 20 august 2002.
- p. 41 toate elementele vizibile din el [...] ocupă mai puțin de a mia milioana parte din spațiul disponibil: *Natural History*, „Between the Planets”, octombrie 2001, p. 20.
- p. 42 Acum, totalul a ajuns la cel puțin nouăzeci: *New Scientist*, „Many Moons”, 17 martie 2001, p. 39; *Economist*, „A Roadmap for Planet-Hunting”, 8 aprilie 2000, p. 87.
- p. 43 nu putem ajunge la norul Oort [...] în mai puțin de zece mii de ani: Sagan și Druyan, *Comet*, p. 198.
- p. 43 și foarte probabil ar duce la moartea întregului echipaj: *New Yorker*, „Medicine on Mars”, 14 februarie 2000, p. 39.
- p. 44 astfel încât cometele plutesc maiestuos, mișcându-se cu numai circa 355 de kilometri pe oră: Sagan și Druyan, *Comet*, p. 195.
- p. 44 Vidul perfect creat vreodată de oameni nu este nici pe departe la fel de gol precum nimicul din spațiul interstelar: Ball, *H₂O*, p. 15.
- p. 44 Cel mai apropiat vecin al nostru din cosmos, Proxima Centauri: Guth, *The Inflationary Universe*, p. 1; Hawking, *A Brief History of Time*, p. 39.
- p. 45 distanța medie dintre stele: Dyson, *Disturbing the Universe*, p. 251.
- p. 46 „Dacă ați fi aruncat la întâmplare în univers”: Sagan, *Cosmos*, p. 5.

Capitolul 3

Universul reverendului Evans

- p. 47 degajând într-o clipă energia a o sută de miliarde de sori: Ferris, *The Whole Shebang*, p. 37.
- p. 47 „Este ca și cum ar exploda deodată o mie de miliarde de bombe cu hidrogen”: Robert Evans, intervievat în Hazelbrook, Australia, 2 septembrie 2001.
- p. 48 îi dedică un pasaj în capitolul despre savanții autiști: Sacks, *An Anthropologist on Mars*, p. 189.
- p. 49 „un bufon enervant”: Thorne, *Black Holes and Time Warps*, p. 164.
- p. 49 a refuzat să fie lăsat singur cu el: Ferris, *The Whole Shebang*, p. 125.
- p. 49 Cel puțin o dată, Zwicky a amenințat că îl omoară pe Baade: Overbye, *Lonely Hearts of the Cosmos*, p. 18.
- p. 49 Atomii s-ar strivi literalmente unii de alții: *Nature*, „Twinkle, Twinkle, Neutron Star”, 7 noiembrie 2002, p. 31.
- p. 50 suficientă pentru a produce cea mai mare explozie din univers: Thorne, *Black Holes and Time Warps*, p. 171.
- p. 50 nu a putut fi încă verificată: Thorne, *Black Holes and Time Warps*, p. 174.
- p. 50 „unul dintre cele mai vizionare documente din istoria fizicii și a astronomiei”: Thorne, *Black Holes and Time Warps*, p. 174.
- p. 50 „el nu înțelegea suficient de bine legile fizicii”: Thorne, *Black Holes and Time Warps*, p. 175.
- p. 51 nu aveau să atragă atenția în mod serios vreme de încă patru decenii: Overbye, *Lonely Hearts of the Cosmos*, p. 18.

- p. 51 nu sunt vizibile cu ochiul liber decât aproximativ șase mii de stele: Harrison, *Darkness at Night*, p. 3.
- p. 53 În 1987, Saul Perlmutter [...] a încercat să găsească o metodă mai sistematică de a le căuta: BBC, documentarul *Horizon*, „From Here to Infinity”, transcrierea primei transmisii a programului din 28 februarie 1999.
- p. 54 „Vestea unui astfel de eveniment călătorește cu viteza luminii, dar la fel și efectul lui distrugător: interviu cu John Thorstensen, Hanover, NH, 5 decembrie 2001.
- p. 55 De-a lungul istoriei, nu s-au înregistrat decât vreo șase supernove suficient de apropiate pentru a fi vizibile cu ochiul liber: nota lui Evans, 3 decembrie 2002.
- p. 55 „cosmolog și combativ”: *Nature*, „Fred Hoyle (1915-2001)”, 17 septembrie 2001, p. 270.
- p. 55 oamenii au căpătat nasuri proeminente, cu deschizăturile nărilor orientate în jos, ca să împiedice agenții patogeni cosmici să cadă în ele: Gribbin și Cherfas, *The First Chimpanzee*, p. 190.
- p. 56 creează continuu materie, pe măsură ce avansează: Rees, *Just Six Numbers*, p. 75.
- p. 56 o sută de milioane de grade sau mai mult: Bodanis, $E = mc^2$, p. 187.
- p. 56 99,9% din masa sistemului solar: Asimov, *Atom*, p. 294.
- p. 56 În numai două sute de milioane de ani, poate chiar mai puțin: Stevens, *The Change in the Weather*, p. 6.
- p. 57 Majoritatea materialului selenar ar proveni din scoarța Pământului, nu din nucleul său: *New Scientist*, supliment, „Firebirth”, 7 august 1999, f.p.
- p. 57 de fapt, ea a fost propusă pentru prima dată în anii 1940 de Reginald Daly de la Harvard: Powell, *Night Comes to the*

Cretaceous, p. 38.

- p. 57 Pământul ar fi putut foarte bine să înghețe complet și permanent: Drury, *Stepping Stones*, p. 144.

Capitolul 4

Măsura lucrurilor

- p. 62 Pe parcursul unei cariere lungi și prolifică: Sagan, *Comet*, p. 52.
- p. 63 „o curbă specifică și foarte exactă”: Feynman, *Six Easy Pieces*, p. 90.
- p. 63 Hooke [...] a pretins că el rezolvase deja problema: Gjertsen, *The Classics of Science*, p. 219.
- p. 64 a învățat-o „între ochi și os”: citat de Ferris, *Coming of Age in the Milky Way*, p. 106.
- p. 64 dar nu a spus nimănui nimic despre ea vreme de douăzeci și șapte de ani: Durant, *The Age of Louis XIV*, p. 538.
- p. 65 Până și marele matematician german Gottfried von Leibniz: Durant, *The Age of Louis XIV*, p. 546.
- p. 66 „una dintre cele mai inaccesibile cărți scrise vreodată”: Cropper, *Great Physicists*, p. 31.
- p. 66 „proporțională cu masa fiecăruia și variază invers proporțional cu pătratul distanței dintre ele”: Feynman, *Six Easy Pieces*, p. 69.
- p. 67 Ca de obicei, Newton nu a contribuit cu nimic: Calder, *The Comet Is Coming!*, p. 39.
- p. 67 În schimb, avea să fie plătit cu exemplare din *Istoria speciilor de pești*: Jardine, *Ingenious Pursuits*, p. 36.

- p. 68 „până la o azvârlitură de băţ”: Wilford, *The Mapmakers*, p. 98.
- p. 70 Pământul era cu 43 de kilometri mai pântecos atunci când era măsurat la ecuator decât atunci când era măsurat de sus până jos, în jurul polilor: Asimov, *Exploring the Earth and the Cosmos*, p. 86.
- p. 72 Încă şi mai ghinionist a fost Guillaume le Gentil: Ferris, *Coming of Age in the Milky Way*, p. 134.
- p. 73 Mason şi Dixon au trimis o notă Academiei Regale: Jardine, *Ingenious Pursuits*, p. 141.
- p. 74 „Se spune că s-a născut într-o mină de cărbune”: *Dictionary of National Biography*, vol. 12, p. 1302.
- p. 74 Ştim că în 1772: *American Heritage*, „Mason and Dixon: Their Line and its Legend”, februarie 1964, pp. 23-29.
- p. 75 Din raţiuni de calcul, Hutton a presupus că: Jungnickel şi McCormmach, *Cavendish*, p. 449.
- p. 76 Michell a fost cel căruia i s-a adresat pentru a primi instrucţiuni despre construirea unui telescop: Calder, *The Comet Is Coming!*, p. 71.
- p. 76 „în asemenea măsură, încât aproape friza patologicul”: Jungnickel şi McCormmach, *Cavendish*, p. 306.
- p. 76 să „vorbească în gol, cum s-ar spune”: Jungnickel şi McCormmach, *Cavendish*, p. 305.
- p. 78 a făcut de asemenea primii paşi spre „lucrările lui Kelvin şi G.H. Darwin referitoare la efectul mareelor: Crowther, *Scientists of the Industrial Revolution*, pp. 214-215.
- p. 78 În mijlocul maşinăriei se aflau două bile de plumb de câte 159 kg fiecare: *Dictionary of National Biography*, vol. 3, p. 1261.

- p. 79 șase miliarde de mii de miliarde de tone (6×10^{24} kilograme): *Economist*, „G Whiz”, 6 mai 2000, p. 82.

Capitolul 5

Sfarmă-Piatră

- p. 80 După toate aparențele, Hutton era un om cu percepții dintre cele mai profunde și cu darul celei mai animate conversații: *Dictionary of National Biography*, vol. 10, pp. 354-356.
- p. 80 „era practic imposibil de acuzat că ar fi avut vreo veleitate retorică”: Dean, *James Hutton and the History of Geology*, p. 18.
- p. 81 A devenit membru marcant al unei societăți numite Oyster Club: McPhee, *Basin and Range*, p. 99.
- p. 83 citate din lucrări franțuzești, lăsate în original: Gould, *Time's Arrow*, p. 66.
- p. 83 Un al treilea volum era atât de neatrăgător, încât a fost publicat abia în 1899: Oldroyd, *Thinking About the Earth*, pp. 96-97.
- p. 83 Chiar și Charles Lyell... nu a reușit să o parcurgă până la capăt: Schneer (ed.), *Toward a History of Geology*, p. 128.
- p. 83 În iarna anului 1807: Lucrările Societății Geologice, *A Brief History of the Geological Society of London*.
- p. 84 Membrii se întâlneau de două ori pe lună, din noiembrie până în iunie: Rudwick, *The Great Devonian Controversy*, p. 25.
- p. 84 După cum a trebuit să recunoască până și un susținător al lui Murchison: Trinkaus și Shipman, *The Neandertals*, p. 28.

- p. 85 În 1794 s-a trezit implicat într-o conspirație cu o tentă ușor nebunească: Cadbury, *Terrible Lizard*, p. 39.
- p. 85 cunoscută de atunci încoace drept boala lui Parkinson: *Dictionary of National Biography*, vol. 15, pp. 314-315.
- p. 85 deoarece mama sa era convinsă că scoțienii erau niște bețivani neisprăviți: Trinkaus și Shipman, *The Neandertals*, p. 26.
- p. 86 Odată, doamna Buckland a fost trezită: Annan, *The Dons*, p. 27.
- p. 86 O altă particularitate oarecum neobișnuită a sa: Trinkaus și Shipman, *The Neandertals*, p. 30.
- p. 87 De multe ori, atunci când era pierdut în gânduri: Desmond și Moore, *Darwin*, p. 202.
- p. 87 întrucât majoritatea oamenilor l-au citit pe Lyell: Schneer (ed.), *Toward a History of Geology*, p. 139.
- p. 87 „și cereau un pachet nou de cărți”: Clark, *The Huxleys*, p. 48.
- p. 87 „Nu a existat niciodată o dogmă mai bine ticluită pentru a da naștere indolenței”: citat în Gould, *Dinosaur in a Haystack*, p. 167.
- p. 88 Nu a reușit să explice convingător cum s-au format lanțurile muntoase: Hallam, *Great Geological Controversies*, p. 135.
- p. 88 „congelarea globului”: Gould, *Ever since Darwin*, p. 151.
- p. 88 A respins noțiunea potrivit căreia animalele și plantele au suferit anihilări subite: Stanley, *Extinction*, p. 5.
- p. 88 „continui să privești acel lucru parțial prin ochii lui”: citat în Schneer (ed.), *Toward a History of Geology*, p. 288.
- p. 88 „De la Beche este o javră mizerabilă”: citat în Rudwick, *The Great Devonian Controversy*, p. 194.

- p. 89 cu pomposul nume J.J. d'Omalus d'Halloy: McPhee, *In Suspect Terrain*, p. 190.
- p. 89 La început, Lyell intenționa să folosească „-sincronic” ca sufix pentru denumirile sale: Gjertsen, *The Classics of Science*, p. 305.
- p. 90 acestea la un loc număra „zeci de duzini”: McPhee, *In Suspect Terrain*, p. 50.
- p. 90 Rocile sunt împărțite în unități distincte: Powell, *Night Comes to the Cretaceous*, p. 200.
- p. 91 „Am văzut oameni în toată firea înroșindu-se de furie”: Fortey, *Trilobite!*, p. 238.
- p. 91 Atunci când Buckland a început să speculeze: Cadbury, *Terrible Lizard*, p. 149.
- p. 91 Cea mai cunoscută tentativă timpurie: Gould, *Eight Little Piggies*, p. 185.
- p. 92 „majoritatea oamenilor cu judecată au acceptat ideea că Pământul era tânăr”: citat în Gould, *Time's Arrow*, p. 114.
- p. 92 „niciun geolog de nicio naționalitate a cărei muncă era luată în serios”: Rudwick, *The Great Devonian Controversy*, p. 42.
- p. 92 Până și reverendul Buckland: Cadbury, *Terrible Lizard*, p. 192.
- p. 92 undeva între 75.000 și 168.000 de ani vechime: Hallam, *Great Geological Controversies*, p. 105, și Ferris, *Coming of Age in the Milky Way*, pp. 246-247.
- p. 92 Charles Darwin a anunțat [...] că procesele geologice în urma cărora s-a creat Wealdul: Gjertsen, *The Classics of Science*, p. 335.
- p. 93 Omul de știință german Hermann von Helmholtz: Cropper, *Great Physicists*, p. 78.

- p. 93 scrisese vreo duzină de lucrări (în franceză și engleză) în domeniul matematicilor pure și aplicate, de o originalitate atât de amețitoare, încât a trebuit să le publice anonim: Cropper, *Great Physicists*, p. 79.
- p. 94 La vârsta de douăzeci și doi de ani, s-a întors la Glasgow: *Dictionary of National Biography, Supplement 1901-1911*, p. 508.

Capitolul 6

Știința după dinți și gheare

- p. 96 care l-a prezentat în acea toamnă la o întâlnire a Societății Filosofice Americane: Colbert, *The Great Dinosaur Hunters and their Discoveries*, p. 4.
- p. 96 La baza acestei agitații s-a aflat o afirmație ciudată a marelui naturalist francez contele de Buffon: Kastner, *A Species of Eternity*, p. 123.
- p. 97 Un olandez pe nume Corneille de Pauw: Kastner, *A Species of Eternity*, p. 124.
- p. 98 Cuvier a scris în 1796 o lucrare de referință, *Note on the Species of Living and Fossil Elephants* (Notă despre speciile de elefanți vii și fosili): Trinkaus și Shipman, *The Neandertals*, p. 15.
- p. 99 Jefferson, cel puțin, nu putea suporta gândul că specii întregi ar putea fi lăsate să dispară definitiv: Simpson, *Fossils and the History of Life*, p. 7.
- p. 99 În seara de 5 ianuarie 1796 stătea la un han de poștă din Somerset: Harrington, *Dance of the Continents*, p. 175.
- p. 100 „Nu cred că întrebările legate de scopurile și motivele acestora cad în sarcina unui inspector mineralog”: Lewis,

The Dating Game, pp. 17-18.

- p. 100 Cuvier a decis să rezolve enigma într-un mod care îi convenea de minune: Barber, *The Heyday of Natural History*, p. 217.
- p. 100 În 1806, expediția condusă de Lewis și Clark a trecut prin formațiunea Hell Creek: Colbert, *The Great Dinosaur Hunters and their Discoveries*, p. 5.
- p. 101 În popor se crede că la ea face referire un cunoscut joc de dicție: Cadbury, *Terrible Lizard*, p. 3.
- p. 101 Numai pentru plesiozaur a avut nevoie de zece ani de excavări minuțioase: Barber, *The Heyday of Natural History*, p. 127.
- p. 102 Mantell și-a dat seama imediat că era un dinte fosilizat: *New Zealand Geographic*, „Holy Incisors! What a Treasure!”, aprilie-iunie 2000, p. 17.
- p. 102 numele îi fusese sugerat lui Buckland de prietenul său, doctorul James Parkinson: Wilford, *The Riddle of the Dinosaur*, p. 31.
- p. 103 În cele din urmă, a fost obligat să vândă cea mai mare parte din colecție ca să-și plătească datoriile: Wilford, *The Riddle of the Dinosaur*, p. 34.
- p. 103 primul parc tematic al lumii: Fortey, *Life*, p. 214.
- p. 104 uneori împrumuta ilegal membre, organe și alte părți: Cadbury, *Terrible Lizard*, p. 133.
- p. 105 Odată, soția sa a găsit la întoarcerea acasă un rinocer proaspăt decedat care ocupa holul de la intrare: Cadbury, *Terrible Lizard*, p. 200.
- p. 105 unii nici nu creșteau mai mari decât iepurii: Wilford, *The Riddle of the Dinosaur*, p. 5.

- p. 105 este mai mult decât evident că nu erau șopârle: Bakker, *The Dinosaur Heresies*, p. 22.
- p. 105 dinozaurii alcătuiesc nu unul, ci două ordine de reptile: Colbert, *The Great Dinosaur Hunters and their Discoveries*, p. 33.
- p. 105 A fost singura persoană despre care se știe că a trezit ura lui Charles Darwin: *Nature*, „Owen’s Parthian Shot”, 12 iulie 2001, p. 123.
- p. 106 vorbea despre „lamentabila răceală a inimii” tatălui său: Cadbury, *Terrible Lizard*, p. 321.
- p. 106 T.H. Huxley frunzărea o ediție nouă la *Churchill’s Medical Directory* (Anuarul medical Churchill): Clark, *The Huxleys*, p. 45.
- p. 107 Coloana sa vertebrală deformată a fost detașată și trimisă Colegiului Regal al Chirurgilor: Cadbury, *Terrible Lizard*, p. 291.
- p. 107 „nu era atât de originală pe cât păruse”: Cadbury, *Terrible Lizard*, pp. 261-262.
- p. 108 a devenit forța motrice din spatele creării Muzeului de Istorie Naturală din Londra: Colbert, *The Great Dinosaur Hunters and their Discoveries*, p. 30.
- p. 108 Înainte de Owen, muzeele erau făcute în principal [...] elitelor: Thackray și Press, *The Natural History Museum*, p. 24.
- p. 108 Ba chiar a venit cu propunerea radicală să se atașeze etichete explicative pentru fiecare exponat: Thackray și Press, *The Natural History Museum*, p. 98.
- p. 109 „zăceau întinse peste tot, precum buștenii”: Wilford, *The Riddle of the Dinosaur*, p. 97.

- p. 109 a reușit să le câștige simpatia jucându-se cu dintele fals pe care îl tot scotea și-l pune la loc: Wilford, *The Riddle of the Dinosaur*, p. 100.
- p. 110 a fost un afront pe care nu avea să-l uite niciodată: Colbert, *The Great Dinosaur Hunters and their Discoveries*, p. 73.
- p. 110 au reușit să mărească numărul de specii de dinozauri cunoscute în America de la nouă până la aproape o sută cincizeci: Colbert, *The Great Dinosaur Hunters and their Discoveries*, p. 93.
- p. 110 Mai toți dinozaurii pe care îi poate recunoaște o persoană obișnuită: Wilford, *The Riddle of the Dinosaur*, p. 90.
- p. 110 Împreună, au reușit să „descopere” o specie numită *Uintatheres anceps* de nu mai puțin de douăzeci și două de ori: Psihoyos și Knoebber, *Hunting Dinosaurs*, p. 16.
- p. 111 spulberată, parcă într-un act caritabil, de o bombă germană în timpul atacurilor asupra Londrei: Cadbury, *Terrible Lizard*, p. 325.
- p. 111 o bună parte din ea a fost dusă în Noua Zeelandă de fiul său, Walter: *Newsletter of the Geological Society of New Zealand*, „Gideon Mantell – The New Zealand Connection”, aprilie 1992; *New Zealand Geographic*, „Holy Incisors! What a Treasure!”, aprilie-iunie 2000, p. 17.
- p. 112 de unde și numele: Colbert, *The Great Dinosaur Hunters and their Discoveries*, p. 151.
- p. 112 A calculat că Pământul are 89 de milioane de ani vechime: Lewis, *The Dating Game*, p. 37.
- p. 112 Confuzia era atât de mare: Hallam, *Great Geological Controversies*, p. 173.

Capitolul 7

Despre elemente

- p. 114 putea deveni invizibil: Ball, *H₂O*, p. 125.
- p. 114 Un gram de fosfor se vindea cu amănuntul pentru patru șilingi și jumătate: Durant, *Age of Louis XIV*, p. 516.
- p. 115 și nu a primit recunoaștere pentru niciunul dintre ele: Strathern, *Mendeleev's Dream*, p. 193.
- p. 116 motiv pentru care noi am ajuns să avem două ramuri ale chimiei: Davies, *The Fifth Miracle*, p. 14.
- p. 116 până la 12 milioane de lire sterline în banii de azi: White, *Rivals*, p. 63.
- p. 116 s-a căsătorit cu fiica unuia dintre șefii săi, în vârstă de paisprezece ani: Brock, *The Norton History of Chemistry*, p. 92.
- p. 116 *jour de bonheur*: Gould, *Bully for Brontosaurus*, p. 366.
- p. 117 Și tocmai în exercitarea acestei calități, în 1780 Lavoisier a emis câteva remarci disprețuitoare: Brock, *The Norton History of Chemistry*, pp. 95-96.
- p. 117 nu a reușit să dea la iveală nici măcar unul: Strathern, *Mendeleev's Dream*, p. 239.
- p. 118 dată jos și topită pentru refolosirea metalului: Brock, *The Norton History of Chemistry*, p. 124.
- p. 118 „o intensă emoție a plăcerii”: Cropper, *Great Physicists*, p. 139.
- p. 119 Teatrele au lansat „serile de gaz ilariant”: Hamblyn, *The Invention of Clouds*, p. 76.
- p. 119 Observația lui Brown: Silver, *The Ascent of Science*, p. 201.

- p. 120 „pentru lipsă de entuziasm față de cauza libertății”: *Dictionary of National Biography*, vol. 19, p. 686.
- p. 121 un diametru de 0,00000008 cm: Asimov, *The History of Physics*, p. 501.
- p. 123 Mai târziu, fără vreun motiv special: Ball, *H₂O*, p. 139.
- p. 123 Familia Mendeleev a avut partea sa de ghinioane: Brock, *The Norton History of Chemistry*, p. 312.
- p. 123 Acolo a fost un chimist competent, dar fără să strălucească: Brock, *The Norton History of Chemistry*, p. 111.
- p. 124 deoarece acestei idei încă nu-i venise vremea: Carey (ed.), *The Faber Book of Science*, p. 155.
- p. 125 chimia este doar o chestiune de numărătoare: Ball, *H₂O*, p. 139.
- p. 125 „cel mai elegant tabel de ordonare inventat vreodată”: Krebs, *The History and Use of our Earth's Chemical Elements*, p. 23.
- p. 125 „în jur de o sută douăzeci” de elemente cunoscute: citat din revista *Nature*, „Mind over Matter?”, de Gautum R. Desiraju, 26 septembrie 2002.
- p. 127 „pură speculație”: Heiserman, *Exploring Chemical Elements and their Compounds*, p. 33.
- p. 127 Marie Curie a botezat acest efect „radioactivitate”: Bodanis, *E = mc²*, p. 75.
- p. 129 El nu a acceptat niciodată noile cifre revizuite: Lewis, *The Dating Game*, p. 55.
- p. 129 „Cum nu se poate mai potrivit, este un element instabil”: Strathern, *Mendeleev's Dream*, p. 294.
- p. 130 a lăudat plin de mândrie efectele terapeutice ale „izvoarelor minerale radioactive”: reclamă în revista *Time*,

3 ianuarie 1927, p. 24.

- p. 130 Abia în 1938 a fost interzisă introducerea acestor elemente în produsele de consum: Biddle, *A Field Guide to the Invisible*, p. 133.
- p. 130 Cărțile ei de laborator sunt ținute în cutii protejate cu plumb: *Science*, „We Are Made of Starstuff”, 4 mai 2001, p. 863.

Capitolul 8

Universul lui Einstein

- p. 134 cursurile sale au atras, în medie, poate ceva mai mult de un student pe semestru: Cropper, *Great Physicists*, p. 106.
- p. 134 un pachet de cărți de joc: Ebbing, *General Chemistry*, p. 755.
- p. 134 care arunca o lumină orbitoare asupra principiilor termodinamice ale... păi, aproape orice: Cropper, *Great Physicists*, p. 109.
- p. 134 Pe scurt, Gibbs a reușit să demonstreze că termodinamica nu se aplică pur și simplu căldurii și energiei: Snow, *The Physicists*, p. 7.
- p. 134 *Echilibrul* lui Gibbs a fost supranumit „Principiile termodinamicii”: Kevles, *The Physicists*, p. 33.
- p. 136 a emigrat în Statele Unite împreună cu familia pe când era copil și a crescut într-o tabără minieră din ținutul goanei după aur din California: Kevles, *The Physicists*, pp. 27-28.
- p. 137 „Viteza luminii s-a dovedit a fi aceeași în toate direcțiile și în toate anotimpurile”: Thorne, *Black Holes and Time*

Warps, p. 64.

- p. 137 „probabil cel mai faimos rezultat negativ din istoria fizicii”: Cropper, *Great Physicists*, p. 208.
- p. 137 Michelson se număra printre cei care considerau că munca științei se apropia de sfârșit: *Nature*, „Physics from the Inside”, 12 iulie 2001, p. 121.
- p. 138 după spusele lui C.P. Snow, trei dintre ele „se numărau printre cele mai valoroase din istoria fizicii”: Snow, *The Physicists*, p. 101.
- p. 139 Prima sa lucrare, despre fizica fluidelor în paie de băut: Bodanis, *$E = mc^2$* , p. 6.
- p. 139 pentru a constata mai târziu că fecundul, dar silențiosul J. Willard Gibbs din Connecticut realizase deja și aceste descoperiri: Boorse *et al.*, *The Atomic Scientists*, p. 142.
- p. 139 este una dintre cele mai extraordinare lucrări științifice publicate vreodată: Ferris, *Coming of Age in the Milky Way*, p. 193.
- p. 139 parcă „Einstein ajunsese la aceste concluzii prin gândire pură, fără niciun ajutor”: Snow, *The Physicists*, p. 101.
- p. 140 un adult de dimensiuni medii va conține în limitele sale modeste nu mai puțin de 7×10^{18} jouli de energie potențială: Thorne, *Black Holes and Time Warps*, p. 172.
- p. 140 Chiar și o bombă cu uraniu [...] eliberează mai puțin de unu la sută din energia pe care ar putea-o elibera: Bodanis, *$E = mc^2$* , p. 77.
- p. 141 „Ah, dar nu este necesar... Se întâmplă atât de rar să am câte una”: *Nature*, „In the Eye of the Beholder”, 21 martie 2002, p. 264.

- p. 141 „În calitate de produs al unei minți unice... este fără îndoială cea mai înaltă culme a reușitelor intelectuale ale umanității”: Boorse *et al.*, *The Atomic Scientists*, p. 53.
- p. 141 După spusele lui Einstein, stătea pur și simplu pe un scaun când i-a trecut prin cap problema forței gravitaționale: Bodanis, *E = mc²*, p. 204.
- p. 141 ducând la publicarea unei lucrări numite *Considerații cosmologice despre teoria generală a relativității*, la începutul anului 1917: Guth, *The Inflationary Universe*, p. 36.
- p. 141 „Dacă lui nu i-ar fi venit ideea...”, scria Snow în 1979: Snow, *The Physicists*, p. 21.
- p. 142 Intellectul lui Crouch suferea de limitări insurmontabile, așa că a înțeles aproape totul greșit: Bodanis, *E = mc²*, p. 215.
- p. 142 „Încerc să îmi dau seama cine este a treia persoană”: citat în Hawking, *A Brief History of Time*, p. 91: Aczel, *God's Equation*, p. 146.
- p. 142 și că aceste efecte devin cu atât mai pronunțate cu cât observatorul se mișcă mai repede: Guth, *The Inflationary Universe*, p. 37.
- p. 143 o minge de baseball aruncată cu 160 km pe oră va adăuga 0,000000000002 grame la propria masă în drumul spre terenul de țintă: Brockman și Matson, *How Things Are*, p. 263.
- p. 143 Însă, pentru a reveni la Bodanis, întâlnim cu toții în mod frecvent alte tipuri de relativitate: Bodanis, *E = mc²*, p. 83.
- p. 144 „salteaua dilatabilă supremă”: Overbye, *Lonely Hearts of the Cosmos*, p. 55.

- p. 144 „Dintr-o anumită perspectivă, gravitația nu există”: Kaku, „The Theory of the Universe?”, în Shore (ed.), *Mysteries of Life and the Universe*, p. 161.
- p. 146 În plus, Edwin fusese binecuvântat și cu o bogăție de daruri fizice: Cropper, *Great Physicists*, p. 423.
- p. 146 La o singură reuniune athletică de liceu: Christianson, *Edwin Hubble*, p. 33.
- p. 148 Un calculator de la Harvard, Annie Jump Cannon, și-a folosit familiarizarea extinsă cu stelele pentru a pune la punct un sistem de clasificare a acestora: Ferris, *Coming of Age in the Milky Way*, p. 258.
- p. 148 sunt stele mai în vârstă, care au trecut de „stadiul de secvență principală”: Ferguson, *Measuring the Universe*, pp. 166-167.
- p. 148 Pot fi folosite drept lumânări standard: Ferguson, *Measuring the Universe*, p. 166.
- p. 148 își dezvoltă *propria* teorie fundamentală, potrivit căreia petele întunecate de pe Lună erau provocate de roiuri de insecte cu migrație sezonieră: Moore, *Fireside Astronomy*, p. 63.
- p. 149 În 1923 el a arătat că un nor delicat, îndepărtat, din constelația Andromeda, cunoscut sub numele de M31, nu era deloc un nor gazos: Overbye, *Lonely Hearts of the Cosmos*, p. 45; *Natural History*, „Delusions of Centrality”, decembrie 2002 – ianuarie 2003, pp. 28-32.
- p. 149 După cum observa Stephen Hawking, minunăția consta în aceea că nimănui nu-i venise până atunci ideea unui univers în expansiune: Hawking, *The Universe in a Nutshell*, pp. 71-72.

- p. 150 În 1936 Hubble a scris o carte de largă circulație, intitulată *The Realm of the Nebulae* (Domeniul nebuloaselor): Overbye, *Lonely Hearts of the Cosmos*, p. 13.
- p. 150 O jumătate de secol mai târziu, aventurile celui mai mare astronom al secolului rămân o necunoscută: Overbye, *Lonely Hearts of the Cosmos*, p. 28.

Capitolul 9

Atotputernicul atom

- p. 151 „Toate lucrurile sunt alcătuite din atomi”: Feynman, *Six Easy Pieces*, p. 4.
- p. 151 patruzeci și cinci de miliarde de miliarde de molecule: Gribbin, *Almost Everyone’s Guide to Science*, p. 250.
- p. 152 până la un miliard din fiecare dintre noi, după cum s-a sugerat: Davies, *The Fifth Miracle*, p. 127.
- p. 152 Atomii înșiși există practic la infinit: Rees, *Just Six Numbers*, p. 96.
- p. 152 Dacă ați vrea să vedeți [...] cum înoată un parameci într-o picătură de apă: Feynman, *Six Easy Pieces*, pp. 4-5.
- p. 153 „Am putea la fel de bine să încercăm să introducem în Sistemul Solar”: Boorstin, *The Discoverers*, p. 679.
- p. 154 În 1826 chimistul francez P.J. Pelletier a venit la Manchester: Gjertsen, *The Classics of Science*, p. 260.
- p. 154 Pelletier, complet confuz după ce l-a văzut pe marele om, a bâiguit: Holmyard, *Makers of Chemistry*, p. 222.
- p. 154 sicriul a fost văzut de 40.000 de oameni, iar cortegiul funerar s-a întins pe trei kilometri: *Dictionary of National Biography*, vol. 5, p. 433.

- p. 154 Vreme de un secol după ce Dalton și-a înaintat propunerea: von Baeyer, *Taming the Atom*, p. 17.
- p. 155 se spune că el a jucat un rol în sinuciderea [lui] Ludwig Boltzmann, în 1906: Weinberg, *The Discovery of Subatomic Particles*, p. 3.
- p. 155 ca să crească o mână de in și o puzderie de copii: Weinberg, *The Discovery of Subatomic Particles*, p. 104.
- p. 155 „Dacă ar fi ales un toreador, aş fi înţeles”: citat din Cropper, *Great Physicists*, p. 259.
- p. 155 Rutherford ar fi înţeles cu siguranţă acest sentiment: Cropper, *Great Physicists*, p. 317.
- p. 155 renunţa la jumătatea prelegerii și le cerea studenţilor să le rezolve singuri: Wilson, *Rutherford*, p. 174.
- p. 156 „cât de departe putea vedea”: Wilson, *Rutherford*, p. 208.
- p. 156 A fost unul dintre primii care au observat: Wilson, *Rutherford*, p. 208.
- p. 156 „De ce mai este nevoie de radio?”: citat din Cropper, *Great Physicists*, p. 328.
- p. 156 „Pe zi ce trece cresc la cingătoare. Și la minte”: Snow, *Variety of Men*, p. 47.
- p. 157 a renunțat atunci când un coleg l-a convins că undele radio nu aveau viitor: Cropper, *Great Physicists*, p. 94.
- p. 157 Unii fizicieni credeau că atomul ar putea avea formă de cub: Asimov, *The History of Physics*, p. 551.
- p. 158 Numărul de protoni este cel care îi conferă atomului identitatea sa chimică: Guth, *The Inflationary Universe*, p. 90.
- p. 158 Dacă adăugăm sau scoatem un neutron sau doi, obținem un izotop: Atkins, *The Periodic Kingdom*, p. 106.

- p. 158 numai a milioana din miliarda parte din întregul volum al atomului: Gribbin, *Almost Everyone's Guide to Science*, p. 35.
- p. 158 dar o muscă de mii de ori mai grea decât catedrala: Cropper, *Great Physicists*, p. 245.
- p. 158 „ar putea trece unele prin altele nevătămate, precum galaxiile”: Ferris, *Coming of Age in the Milky Way*, p. 288.
- p. 159 „întrucât comportamentul atomilor este atât de diferit de experiența noastră obișnuită”: Feynman, *Six Easy Pieces*, p. 117.
- p. 161 întârzierea acestei descoperiri a fost, probabil, un lucru pozitiv: Boorse *et al.*, *The Atomic Scientists*, p. 338.
- p. 161 „Nici măcar nu știu ce este o matrice”: Cropper, *Great Physicists*, p. 269.
- p. 162 Iar problema nu ține doar de nevoia de a dispune de instrumente mai exacte: Ferris, *Coming of Age in the Milky Way*, p. 288.
- p. 162 până când este observat, un electron trebuie considerat ca fiind „peste tot și nicăieri, în același timp”: David H. Freedman, „Quantum Liaisons”, în Shore (ed.), *Mysteries of Life and the Universe*, p. 137.
- p. 162 „dacă o persoană nu se simte revoltată auzind pentru prima dată de teoria cuantică înseamnă că nu a înțeles ce a auzit”: Overbye, *Lonely Hearts of the Cosmos*, p. 109.
- p. 162 „Nu încerca!”: Von Baeyer, *Taming the Atom*, p. 43. Ferris, *Coming of Age in the Milky Way*, p. 288.
- p. 162 Norul însuși este în principal doar o zonă de probabilitate statistică: Ebbing, *General Chemistry*, p. 295.
- p. 163 „o sferă a universului pe care creierul nostru pur și simplu nu este programat să o înțeleagă”: Trefil, *101 Things*

You Don't Know About Science and No One Else Does Either, p. 62.

- p. 163 „lucrurile la scară mică nu seamănă *deloc* cu cele la scară mare”: Feynman, *Six Easy Pieces*, p. 33.
- p. 163 „dar materia putea lua naștere subit, din nimic: Alan Lightman, „First Birth”, în Shore (ed.), *Mysteries of Life and the Universe*, p. 13.
- p. 163 este ca și cum ai avea două bile identice de biliard: Lawrence Joseph, „Is Science Common Sense?”, în Shore (ed.), *Mysteries of Life and the Universe*, pp. 42-43.
- p. 163 Este remarcabil faptul că acest fenomen a putut fi dovedit în 1997: *Christian Science Monitor*, „Spooky Action at a Distance”, 4 octombrie 2001.
- p. 164 nimeni nu poate „prezice exact evenimente viitoare”: Hawking, *A Brief History of Time*, p. 61.
- p. 164 oamenii de știință s-au ocupat de această problemă „refuzând să se gândească la ea”: David H. Freedman, „Quantum Liaisons”, în Shore (ed.), *Mysteries of Life and the Universe*, p. 141.
- p. 165 forța nucleară slabă este de zece miliarde de miliarde de miliarde de ori mai puternică decât gravitația: Ferris, *The Whole Shebang*, p. 297.
- p. 165 Efectul forței tari răzbate numai până la aproximativ a suta mia parte din diametrul unui atom: Asimov, *Atom*, p. 258.
- p. 165 El și-a dedicat restul vieții: Snow, *The Physicists*, p. 89.

Capitolul 10

O lume cu picioare de plumb

- p. 166 Printre numeroasele simptome asociate cu expunerea exagerată la plumb se numără orbirea, insomnia, blocajul renal, pierderea auzului, cancerul: McGrayne, *Prometheans in the Lab*, p. 88.
- p. 167 „Probabil că acești oameni și-au ieșit din minți pentru că au muncit prea mult”: McGrayne, *Prometheans in the Lab*, p. 92.
- p. 168 În realitate, Midgley cunoștea prea bine pericolele otrăvirii cu plumb: McGrayne, *Prometheans in the Lab*, p. 92.
- p. 168 O astfel de scurgere de la un frigider dintr-un spital din Cleveland, Ohio, în 1929, a omorât mai bine de o sută de oameni: McGrayne, *Prometheans in the Lab*, p. 96.
- p. 168 Un singur kilogram de CFC poate atrage și anihila șaptezeci de mii de kilograme de ozon atmosferic: Biddle, *A Field Guide to the Invisible*, p. 62.
- p. 169 O singură moleculă de CFC este de circa zece mii de ori mai eficientă în accentuarea efectului de seră decât o moleculă de dioxid de carbon: *Science*, „The Ascent of Atmospheric Sciences”, 13 octombrie 2000, p. 299.
- p. 169 Însăși moartea lui a fost neobișnuită și deci memorabilă: *Nature*, 27 septembrie 2001, p. 364.
- p. 169 Cele mai vechi datări nu mergeau mai departe de Prima Dinastie din Egipt: Willard Libby, „Radiocarbon Dating”, discursul de acceptare a Premiului Nobel, 12 decembrie 1960.
- p. 169 După un interval de opt ori timpul de înjumătățire, mai rămâne numai 0,39% din carbonul radioactiv inițial: Gribbin și Gribbin, *Ice Age*, p. 58.

- p. 170 „fiecare datare brută cu radiocarbon pe care o cunoașteți astăzi este mai mică decât ar trebui cu circa 3%”: Flannery, *The Eternal Frontier*, p. 174.
- p. 170 este ca și cum ai greși cu un dolar atunci când numeri până la o mie: Flannery, *The Future Eaters*, p. 151.
- p. 170 Printre cele mai incerte sunt datările din jurul perioadei în care oamenii au ajuns pentru prima dată în America: Flannery, *The Eternal Frontier*, pp. 174-175.
- p. 170 dezbaterea îndelungată pe tema originii sifilisului în Lumea Nouă sau în cea Veche: *Science*, „Can Genes Solve the Syphilis Mystery?”, 11 mai 2001, p. 109.
- p. 172 Din nefericire, avea să dea acum peste un alt impediment serios în calea acceptării rezultatelor sale: Lewis, *The Dating Game*, p. 204.
- p. 173 Acesta a fost motivul care, într-un final, l-a determinat să creeze un laborator steril: Powell, *Mysteries of Terra Firma*, p. 58.
- p. 173 „o cifră care rămâne în picioare, neschimbată, de cincizeci de ani încoace”: McGrayne, *Prometheans in the Lab*, p. 173.
- p. 174 Într-un astfel de studiu, un doctor care nu avea niciun fel de pregătire de specialitate în patologia chimică: McGrayne, *Prometheans in the Lab*, p. 94.
- p. 174 circa 90% din această cantitate părea să provină din țevile de eșapament ale mașinilor: *Nation*, „The Secret History of Lead”, 20 martie 2000.
- p. 174 Aceasta este noțiunea care a pus bazele studiului calotelor glaciare, pe care se fundamentează o bună parte din cercetările climatologice moderne: Powell, *Mysteries of Terra Firma*, p. 60.

- p. 175 directorii executivi de la Ethyl s-ar fi oferit să finanțeze o catedră la Caltech dacă Patterson era dat afară: *Nation*, „The Secret History of Lead”, 20 martie 2000.
- p. 175 Aproape imediat, nivelul de plumb din sângele americanilor a scăzut cu 80%: McGrayne, *Prometheans in the Lab*, p. 169.
- p. 175 americanii în viață astăzi au în sânge o concentrație de circa 625 de ori mai mare decât oamenii care trăiau acum un secol: *Nation*, 20 martie 2000.
- p. 175 Cantitatea de plumb din atmosferă continuă să crească, perfect legal, cu circa 100.000 t pe an: Green, *Water, Ice and Stone*, p. 258.
- p. 175 „la patruzeci și patru de ani după cea mai mare parte a Europei”: McGrayne, *Prometheans in the Lab*, p. 191.
- p. 175 continua să susțină sus și tare că „cercetările nu au reușit să demonstreze că benzina cu plumb reprezintă o amenințare la adresa sănătății oamenilor”: McGrayne, *Prometheans in the Lab*, p. 191.
- p. 176 vor continua să existe și să consume ozonul multă vreme după ce dumneavoastră sau eu ne vom fi eliberat de nebunia acestei lumi: Biddle, *A Field Guide to the Invisible*, pp. 110-111.
- p. 176 Mai rău este faptul că noi introducem încă în atmosferă cantități enorme de CFC în fiecare an: Biddle, *A Field Guide to the Invisible*, p. 63.
- p. 176 Două lucrări recente de popularizare a științei despre istoria datării Pământului reușesc chiar performanța să îi scrie numele greșit: Cărțile sunt *Mysteries of Terra Firma* și *The Dating Game*; în amândouă, numele său este scris „Claire”. (De când a apărut pentru prima oară această notă,

am primit un reproș destul de aspru din partea autorului ultimei cărți, Cherry Lewis, care m-a informat că alegerea ortografiei era intenționată, ca urmare a corespondenței ei cu văduva lui Patterson. Cu excepția celeilalte cărți citate, alegerea lui Lewis privind ortografia nu corespunde cu nicio altă sursă publicată din câte găsesc, inclusiv numeroasele necroloage ale lui Patterson din ziarele de primă mână – care erau, la urma urmei, efectiv ultimul cuvânt legat de om și de numele său. Cu toate acestea, accept cu dragă inimă faptul că varianta drei Lewis cu privire la ortografierea numelui lui Patterson a fost intenționată și îi cer fără rezerve scuze pentru orice neplăcere provocată.)

- p. 176 a comis încă o gravă eroare, aceea de a considera că Patterson era femeie: *Nature*, „The Rocky Road to Dating the Earth”, 4 ianuarie 2001, p. 20.

Capitolul 11

Quarc pentru Muster Mark

- p. 177 În 1911 un om de știință britanic, pe nume C.T.R. Wilson: Cropper, *Great Physicists*, p. 325.
- p. 178 „dacă mi-aș putea aminti numele acestor particule, m-aș fi făcut botanist”: citat din Cropper, *Great Physicists*, p. 403.
- p. 178 poate face 47.000 de ture într-un tunel de șapte kilometri în mai puțin de o secundă: *Discover*, „Gluons”, iulie 2000, p. 68.
- p. 178 Nici cea mai leneșă: Guth, *The Inflationary Universe*, p. 121.

- p. 179 În 1998 observatorii japonezi au susținut că neutrinii au masă: *Economist*, „Heavy Stuff”, 13 iunie 1998, p. 82; *National Geographic*, „Unveiling the Universe”, octombrie 1999, p. 36.
- p. 179 Nu e deloc greu să dezmembrăm un atom: Trefil, *101 Things You Don't Know About Science and No One Else Does Either*, p. 48.
- p. 179 Noul Large Hadron Collider de la CERN [...] va ajunge la paisprezece mii de miliarde de volți de energie: *Economist*, „Cause for conCERN”, 28 octombrie 2000, p. 75.
- p. 180 „punctat pe margini de o serie de mici orașele dezamăgite”: scrisoare de la Jeff Guinn.
- p. 180 Un observator de neutrini propus a se construi la vechea mină de plumb de la Homestake, în Dakota de Sud: *Science*, „U.S. Researchers Go for Scientific Gold Mine”, 15 iunie 2001, p. 1979.
- p. 180 un accelerator de particule de la Fermilab, în Illinois, costă 260 de milioane de dolari: *Science*, 8 februarie 2002, p. 942.
- p. 180 Astăzi, numărătoarea particulelor a ajuns la peste o sută cincizeci: Guth, *The Inflationary Universe*, p. 120; Feynman, *Six Easy Pieces*, p. 39.
- p. 180 Unii oameni cred că există particule numite tahioni: *Nature*, 27 septembrie 2001, p. 354.
- p. 180 care, la rândul lor, reprezintă fiecare un univers în sine, la un alt nivel, și tot așa: Sagan, *Cosmos*, pp. 265-266.
- p. 181 „Pionul cu sarcină electrică și antipionul se dezintegrează fiecare”: Weinberg, *The Discovery of Subatomic Particles*, p. 163.

- p. 181 „pentru a reintroduce o oarecare economie în multitudinea de hadroni”: Weinberg, *The Discovery of Subatomic Particles*, p. 165.
- p. 181 a vrut să numească aceste particule elementare „partoni”: von Baeyer, *Taming the Atom*, p. 17.
- p. 182 În cele din urmă, din toate acestea a luat naștere ceea ce se numește Modelul Standard: *Economist*, „New Realities?”, 7 octombrie 2000, p. 95; *Nature*, „The Mass Question”, 28 februarie 2002, pp. 969-970.
- p. 182 Bosonii [...] sunt particulele care produc și transportă forțele: *Scientific American*, „Uncovering Supersymmetry”, iulie 2002, p. 74.
- p. 182 „Are prea mulți parametri arbitrari”: citat în producția PBS *Creation of the Universe*, 1985; de asemenea, citat cu mici diferențe în Ferris, *Coming of Age in the Milky Way*, pp. 298-299.
- p. 182 noțiunea speculativă de bosoni Higgs: document de pe website-ul CERN, „The Mass Mystery”, nedatat.
- p. 182 „Așadar, ne-am pricopsit cu o teorie”: Feynman, *Six Easy Pieces*, p. 39.
- p. 182 Aceasta postulează că toate acele lucruri mici, cum ar fi quarcii: *Science News*, 22 septembrie 2001, p. 185.
- p. 183 suficient de mici ca să treacă drept particule punctiforme: Weinberg, *Dreams of a Final Theory*, p. 168.
- p. 183 „Stringul heterotic constă într-un string închis, cu două tipuri de vibrații”: Kaku, *Hyperspace*, p. 158.
- p. 183 Teoria stringurilor a dat naștere mai departe Teoriei M: *Scientific American*, „The Universe’s Unseen Dimensions”, august 2000, pp. 62-69; *Science News*, „When Branes Collide”, 22 septembrie 2001, pp. 184-185.

- p. 183 „Procesul ekpyrotic începe departe, în trecutul nedefinit”: *New York Times*, „Before the Big Bang, There Was... What?”, 22 mai 2001, p. F1.
- p. 184 este „aproape imposibil pentru oricine altcineva decât un cercetător să discearnă între ciudăţenia legitimă şi nebunia indiscutabilă”: *Nature*, 27 septembrie 2001, p. 354.
- p. 184 Problema a ajuns la un punct culminant interesant: website-ul *New York Times*, „Are They a) Geniuses or b) Jokers?; French Physicists’ Cosmic Theory Creates a Big Bang of Its Own”, 9 noiembrie 2002; *Economist*, „Publish and Perish”, 16 noiembrie 2002, p. 75.
- p. 184 Karl Popper [...] sugera cândva că s-ar putea să nici nu existe o teorie ultimă: Weinberg, *Dreams of a Final Theory*, p. 184.
- p. 184 „până acum nu dăm semne că am fi ajuns la limitele resurselor noastre intelectuale”: Weinberg, *Dreams of a Final Theory*, p. 187.
- p. 185 Hubble a calculat că Universul are cam două miliarde de ani vechime: *US News and World Report*, „How Old Is the Universe?”, 25 august 1997, p. 34.
- p. 185 o nouă vârstă a Universului, între şapte şi douăzeci de miliarde de ani: Trefil, *101 Things You Don’t Know About Science and No One Else Does Either*, p. 91.
- p. 185 În perioada următoare, a izbucnit o dispută ce avea să dureze ani de-a rândul: Overbye, *Lonely Hearts of the Cosmos*, p. 268.
- p. 186 În februarie 2003 o echipă de la NASA: *New York Times*, „Cosmos Sits for Early Portrait, Gives up Secrets”, 12 februarie 2003, p. 1.

- p. 186 „un munte de teorii clădit pe un mușuroi de dovezi”: *Economist*, „Queerer than we can suppose”, 5 ianuarie 2002, p. 58.
- p. 186 „reflectă mai degrabă penuria de date decât excelența teoriei”: *National Geographic*, „Unveiling the Universe”, octombrie 1999, p. 25.
- p. 186 ce vor ei să spună de fapt: Goldsmith, *The Astronomers*, p. 82.
- p. 187 „două treimi din univers încă lipsesc la socoteala finală”: *Economist*, „Dark for Dark Business”, 5 ianuarie 2002, p. 51.
- p. 188 Teoria spune că spațiul vid nu este deloc gol: PBS *Nova*, „Runaway Universe”, transcrierea programului transmis pentru prima dată la 21 noiembrie 2000.
- p. 188 unicul lucru care ar rezolva toate acestea este constanta cosmologică a lui Einstein: *Economist*, „Dark for Dark Business”, 5 ianuarie 2002, p. 51.

Capitolul 12

Pământul se mișcă

- p. 189 Pe un ton care aproape că-l invita pe cititor să i se alăture într-o chicoteală condescendentă: Hapgood, *Earth's Shifting Crust*, p. 29.
- p. 191 ei veneau cu anticele „punți de uscat” de câte ori era nevoie: Simpson, *Fossils and the History of Life*, p. 98.
- p. 191 Nici măcar punțile de uscat nu puteau explica anumite lucruri: Gould, *Ever since Darwin*, p. 163.
- p. 192 „numeroase neajunsuri teoretice severe”: *Encyclopaedia Britannica*, vol. 6, p. 418.

- p. 192 Un critic american s-a arătat neliniștit, fără nicio urmă de ironie, că Holmes își prezenta argumentele atât de clar și de convingător, încât studenții chiar ar putea ajunge să le creadă: Lewis, *The Dating Game*, p. 182.
- p. 192 circa jumătate dintre cei prezenți acceptau acum ideea derivei continentelor: Hapgood, *Earth's Shifting Crust*, p. 31.
- p. 192 „simt că această ipoteză ține de domeniul fantasticului”: Powell, *Mysteries of Terra Firma*, p. 147.
- p. 193 Interesant este faptul că geologii de la companiile petroliere știau de ani de zile: McPhee, *Basin and Range*, p. 175.
- p. 193 La bordul acestui vas se afla un nou aparat interesant de sondare a adâncimilor, numit sondă ultrason: McPhee, *Basin and Range*, p. 187.
- p. 194 munți vulcanici submarini pe care el i-a numit guyoți, după numele unui geolog de la Princeton: Harrington, *Dance of the Continents*, p. 208.
- p. 196 „probabil cea mai semnificativă lucrare din științele Pământului căreia i-a fost refuzată publicarea”: Powell, *Mysteries of Terra Firma*, pp. 131-132.
- p. 196 Târziu, prin anii 1970: Powell, *Mysteries of Terra Firma*, p. 141.
- p. 196 un geolog american din opt încă nu credea în tectonica plăcilor: McPhee, *Basin and Range*, p. 198.
- p. 197 Astăzi știm că suprafața Pământului este alcătuită din opt până la zece plăci mari: Simpson, *Fossils and the History of Life*, p. 113.
- p. 197 Legăturile [...] s-au dovedit a fi infinit mai complexe decât și-ar fi imaginat cineva: McPhee, *Assembling*

California, pp. 202-208.

- p. 198 aproximativ cu viteza cu care ne cresc unghiile: Vogel, *Naked Earth*, p. 19.
- p. 198 o zecime din unu la sută din istoria Pământului: Margulis și Sagan, *Microcosmos*, p. 44.
- p. 198 Există părerea [...] că plăcile tectonice reprezintă o parte importantă în echilibrul organic al planetei: Trefil, *Meditations at 10,000 Feet*, p. 181.
- p. 198 ar putea exista o relație între istoria rocilor și istoria vieții: *Science*, „Inconstant Ancient Seas and Life's Path”, 8 noiembrie 2002, p. 1165.
- p. 199 „că pământul avea o logică în toate”: McPhee, *Rising from the Plains*, p. 158.
- p. 199 obicei de a apărea pe nepusă masă acolo unde nu ar trebui și de a nu apărea acolo unde ar trebui: Simpson, *Fossils and the History of Life*, p. 115.
- p. 199 De asemenea, există numeroase trăsături ale suprafeței pe care plăcile tectonice nu le pot explica: *Scientific American*, „Sculpting the Earth from Inside Out”, martie 2001.
- p. 200 Alfred Wegener nu a trăit suficient ca să își vadă ideile răzbunate: Kunzig, *The Restless Sea*, p. 51.
- p. 200 Unul dintre studenții săi, un tânăr strălucit pe nume Walter Alvarez: Powell, *Night Comes to the Cretaceous*, p. 7.

Capitolul 13

Buuuum!

- p. 203 În 1912, un bărbat care săpa un puț pentru rezerva de apă a orașului a relatat că a adus la suprafață o mulțime de

roci deformate ciudat: Raymond R. Anderson, Geological Society of America, GSA, lucrare specială 302, „The Manson Impact Structure: A Late Cretaceous Meteor Crater in the Iowa Subsurface”, primăvara 1996.

- p. 204 Practic, întregul orașel s-a adunat: *Des Moines Register*, 30 iunie 1979.
- p. 204 „Din vreme în vreme, mai vin oameni și întreabă unde ar trebui să meargă pentru a vedea craterul”: interviu cu Schlapkohl, Manson, Iowa, 18 iunie 2001.
- p. 205 Unul dintre primii cercetători de vârf, G.K. Gilbert de la Universitatea Columbia: Lewis, *Rain of Iron and Ice*, p. 38.
- p. 205 Gilbert nu a desfășurat aceste experimente într-un laborator de la Columbia, ci într-o cameră de hotel: Powell, *Night Comes to the Cretaceous*, p. 37.
- p. 206 „În momentul în care am început noi, doar ceva mai mult de zece astfel de obiecte fuseseră descoperite”: transcriere de pe canalul BBC, documentarul *Horizon*, „New Asteroid Danger”, p. 4; program transmis pentru prima oară în data de 18 martie 1999.
- p. 206 El i-a numit asteroizi – în latină, „ca o stea”: *Science News*, „A Rocky Bicentennial”, 28 iulie 2001, pp. 61-63.
- p. 207 a fost în sfârșit găsit în 2000, după ce fusese dat dispărut 89 de ani: Ferris, *Seeing in the Dark*, p. 150.
- p. 207 Până în iulie 2001, fuseseră numiți și identificați 26.000 de asteroizi: *Science News*, „A Rocky Bicentennial”, 28 iulie 2001, pp. 61-63.
- p. 207 pe care noi circulăm cu mai mult de 100.000 km pe oră: Ferris, *Seeing in the Dark*, p. 147.
- p. 208 și fiecare are capacitatea de a intra în coliziune cu pământul, fiecare se mișcă pe o traiectorie ușor diferită pe

cer, la intervale diferite: transcriere de pe canalul BBC, documentarul *Horizon*, „New Asteroid Danger”, p. 5; program transmis pentru prima oară în data de 18 martie 1999.

- p. 208 asemenea rateuri la distanță foarte mică se întâmplă de două sau trei ori pe săptămână și trec neobservate: *New Yorker*, „Is This the End?”, 27 ianuarie 1997, pp. 44-52.
- p. 209 În fiecare an, Pământul acumulează circa 30.000 de tone de „sferule cosmice”: Vernon, *Beneath our Feet*, p. 191.
- p. 210 „Da, amândoi erau încântători și foarte convingători”: interviu telefonic cu Asaro, 10 martie 2002.
- p. 211 un astrofizician pe nume Ralph B. Baldwin, de la Universitatea Northwestern, sugerase această posibilitate într-un articol din revista *Popular Astronomy*: Powell, *Mysteries of Terra Firma*, p. 184.
- p. 211 În 1956, un profesor de la Oregon State University, M.W. de Laubenfels: Peebles, *Asteroids: A History*, p. 170.
- p. 211 să fi cauzat un eveniment mai timpuriu, cunoscut sub numele de dispariția frasniană: Lewis, *Rain of Iron and Ice*, p. 107.
- p. 212 „Seamănă mai mult cu niște colecționari de timbre”: citat de Officer și Page, *Tales of the Earth*, p. 142.
- p. 212 chiar dacă, în același timp, într-un interviu pentru un ziar, recunoștea că nu are niciun fel de dovadă pentru aceasta: *Boston Globe*, „Dinosaur Extinction Theory Backed”, 16 decembrie 1985.
- p. 212 continuau să creadă că dispariția dinozaurilor nu era în niciun fel legată de impactul vreunui asteroid sau al vreunei comete: Peebles, *Asteroids: A History*, p. 175.

- p. 213 o mare parte din activitate o reprezintă evaluarea Planurilor de Management al Îngrășămintelor: Jurnalul Departamentului de Resurse Naturale din Iowa, *Iowa Geology* 1999, numărul 24.
- p. 213 „Deodată, ne-am trezit în mijlocul acțiunii”: interviu cu Anderson și Witzke, Iowa City, 15 iunie 2001.
- p. 214 Unul dintre acele momente s-a petrecut la întâlnirea anuală a Uniunii Geofizice Americane din 1985: *Boston Globe*, „Dinosaur Extinction Theory Backed”, 16 decembrie 1985.
- p. 215 Formațiunea fusese descoperită de compania petrolieră mexicană Pemex în 1952: Peebles, *Asteroids: A History*, pp. 177-178: *Washington Post*, „Incoming”, 19 aprilie 1998.
- p. 215 „Îmi amintesc că, inițial, aveam dubii serioase în legătură cu eficacitatea unui astfel de eveniment”: Gould, *Dinosaur in a Haystack*, p. 162.
- p. 215 „Senzația mea este că Jupiter va înghiți aceste comete fără măcar să râgâie”: citat de Peebles, *Asteroids: A History*, p. 196.
- p. 215 Un fragment, cunoscut sub numele de Nucleul G, a lovit cu forța a șase milioane de megatone: Peebles, *Asteroids: A History*, p. 202.
- p. 216 Shoemaker a fost ucis pe loc, iar soția sa rănită: Peebles, *Asteroids: A History*, p. 204.
- p. 217 aproape orice obiect vertical ar fi făcut una cu pământul sau ar arde în flăcări și aproape toate ființele vii ar fi moarte: Anderson, Departamentul de Resurse Naturale din Iowa, *Iowa Geology* 1999, „Iowa’s Manson Impact Structure”.

- p. 218 „fuga ar însemna doar să alegi o moarte lentă în locul uneia rapide”: Lewis, *Rain of Iron and Ice*, p. 209.
- p. 218 au analizat izotopii de heliu din sedimente rămase de la impactul KT întârziat și au ajuns la concluzia că a afectat clima Pământului timp de circa zece mii de ani: *Arizona Republic*, „Impact Theory Gains New Supporters”, 3 martie 2001.
- p. 218 În primul rând, după cum remarcă John S. Lewis, rachetele noastre nu sunt concepute pentru acțiune în spațiu: Lewis, *Rain of Iron and Ice*, p. 215.
- p. 219 Tom Gehrels [...] consideră că niciun avertisment de un an nu ar fi probabil suficient: *New York Times*, „The Asteroids Are Coming! The Asteroids Are Coming!”, 28 iulie 1996, pp. 17-19.
- p. 219 Shoemaker-Levy 9 a orbitat în jurul lui Jupiter într-o manieră destul de suspectă începând cu 1929, dar a trecut mai mult de jumătate de secol până s-o observe cineva: Ferris, *Seeing in the Dark*, p. 168.

Capitolul 14

Focul din adâncuri

- p. 222 „N-ar fi avut nicio noimă să cauți oase pe aici”: interviu cu Mike Voorhies, Ashfall Fossil Beds State Park, Nebraska, 13 iunie 2001.
- p. 222 La început, s-a crezut că animalele fuseseră îngropate de vii: *National Geographic*, „Ancient Ashfall Creates Pompeii of Prehistoric Animals”, ianuarie 1981, p. 66.
- p. 223 „mult mai bine decât înțelegem interiorul pământului”: Feynman, *Six Easy Pieces*, p. 60.

- p. 223 Distanța de la suprafața Pământului până în mijlocul lui este de 6.370 km: Williams și Montaigne, *Surviving Galeras*, p. 78.
- p. 224 Un personaj modest, acesta nu s-a referit niciodată la scară folosind propriul nume: Ozima, *The Earth*, p. 49.
- p. 225 Intensitatea măsurată crește exponențial: Officer și Page, *Tales of the Earth*, p. 33.
- p. 226 muriseră 60.000 de oameni: Officer și Page, *Tales of the Earth*, p. 52.
- p. 226 „orașul care așteaptă să moară”: McGuire, *A Guide to the End of the World*, p. 21.
- p. 227 potențialele costuri economice au fost evaluate la aproximativ șapte trilioane de dolari: McGuire, *A Guide to the End of the World*, p. 130.
- p. 227 „a dărâmat schelele ridicate în jurul clădirii Capitoliului”: Trefil, *101 Things You Don't Know About Science and No One Else Does Either*, p. 158.
- p. 228 Inevitabil, proiectul a fost botezat Groapa Moho: Vogel, *Naked Earth*, p. 37.
- p. 228 „ca și cum ai încerca să sapi o groapă [...] folosind o macaroană”: *Valley News*, „Drilling the Ocean Floor for Earth's Deep Secrets”, 21 august 1995.
- p. 228 scoarța Pământului reprezintă numai circa 0,3% din volumul planetei: Schopf, *Cradle of Life*, p. 73.
- p. 229 Știm câte ceva despre manta din cunoștințele despre filoanele de kimberlit: McPhee, *In Suspect Terrain*, pp. 16-18.
- p. 229 În general, cercetătorii au căzut de acord: *Scientific American*, „Sculpting the Earth from Inside Out”, martie

- 2001, pp. 40-47, și *New Scientist*, „Journey to the Centre of the Earth”, supliment, 14 octombrie 2000, p. 1.
- p. 230 După toate legile geofizicii: *Earth*, „Mystery in the High Sierra”, iunie 1996, p. 16.
- p. 231 Rocile sunt vâscoase [...] în sensul în care spunem și despre sticlă că este vâscoasă: Vogel, *Naked Earth*, p. 31.
- p. 231 Mișcările nu au loc doar lateral: *Science*, „Much About Motion in the Mantle”, 1 februarie 2002, p. 982.
- p. 231 un vicar englez pe nume Osmond Fisher a prezis: Tudge, *The Time Before History*, p. 43.
- p. 231 „și apoi, brusc, și-ar fi dat seama că există vântul”: Vogel, *Naked Earth*, p. 53.
- p. 231 „există două seturi de date, din două discipline diferite”: Trefil, *101 Things You Don't Know About Science and No One Else Does Either*, p. 146.
- p. 232 82% din volumul Pământului și 65% din masa lui: *Nature*, „The Earth's Mantle”, 2 august 2001, pp. 501-506.
- p. 232 de peste trei milioane de ori mai mare decât presiunile de la suprafață: Drury, *Stepping Stones*, p. 50.
- p. 233 în vremea dinozaurilor, era de până de trei ori mai puternic decât acum: *New Scientist*, „Dynamo Support”, 10 martie 2001, p. 27.
- p. 233 se pare că cel mai lung interval a fost de 37 de milioane de ani: *New Scientist*, „Dynamo Support”, 10 martie 2001, p. 27.
- p. 233 „cea mai importantă întrebare fără răspuns din geologie”: Trefil, *101 Things You Don't Know About Science and No One Else Does Either*, p. 150.
- p. 233 „Geologii și geofizicienii rareori participă la aceleași întâlniri”: Vogel, *Naked Earth*, p. 139.

- p. 234 Seismologii și-au bazat orbește concluziile pe comportamentul vulcanilor din Hawaii: Fisher *et al.*, *Volcanoes*, p. 24.
- p. 234 A fost cea mai mare alunecare de teren din istoria omenirii: Thompson, *Volcano Cowboys*, p. 118.
- p. 234 cu forța a 27.000 de bombe atomice de dimensiunile celei de la Hiroshima: Williams și Montaigne, *Surviving Galeras*, p. 7.
- p. 235 Au murit cincizeci și șapte de oameni: Fisher *et al.*, *Volcanoes*, p. 12.
- p. 235 „să dea din cap cu uimire”: Williams și Montaigne, *Surviving Galeras*, p. 151.
- p. 236 Un avion de linie [...] a raportat că a fost bombardat cu roci: Thompson, *Volcano Cowboys*, p. 123.
- p. 236 Totuși, Yakima nu avea niciun fel de proceduri de urgență în cazul vulcanilor: Fisher *et al.*, *Volcanoes*, p. 16.

Capitolul 15

Frumusețe periculoasă

- p. 237 În 1943, la Parícutin, în Mexic: Smith, *The Weather*, p. 112.
- p. 238 „nu ai reuși să te apropii la mai puțin de o mie de kilometri de el”: documentar BBC *Horizon*, „Crater of Death”, prima difuzare, 6 mai 2001.
- p. 239 acesta a produs o detunătură care a reverberat în jurul lumii vreme de nouă zile: Lewis, *Rain of Iron and Ice*, p. 152.
- p. 240 Ultima erupție a unui supervulcan pe Pământ a avut loc la Toba: McGuire, *A Guide to the End of the World*, p. 104.

- p. 240 există dovezi care sugerează că în următorii 20.000 de ani numărul total al oamenilor de pe Pământ nu a fost mai mare de câteva mii: McGuire, *A Guide to the End of the World*, p. 107.
- p. 241 „Poate că nu vă dați seama, dar stați pe cel mai mare vulcan activ din lume”: interviu cu Paul Doss, Parcul Național Yellowstone, Wyoming, 16 iunie 2001.
- p. 244 demonstrat, cu dovezi devastatoare, în noaptea de 17 august 1959 la Hebgen Lake: Smith și Siegel, *Windows into the Earth*, pp. 5-6.
- p. 247 chiar și dintr-o singură moleculă, în condiții ideale: Sykes, *The Seven Daughters of Eve*, p. 12.
- p. 248 Între timp, cercetătorii au descoperit microbi tot mai îndrăzneți: Ashcroft, *Life at the Extremes*, p. 275.
- p. 248 După cum spune Jay Bergstralh, cercetător la NASA: *PBC NewsHour*, transcriere din 20 august 2002.

Capitolul 16

Planeta singuratică

- p. 251 cel puțin 99,5% din spațiul locuibil al lumii: *New York Times Book Review*, „Where Leviathan Lives”, 20 aprilie 1997, p. 9.
- p. 251 apa este de circa o mie trei sute de ori mai grea decât aerul: Ashcroft, *Life at the Extremes*, p. 51.
- p. 251 venele v-ar ceda, iar plămânii s-ar comprima până la dimensiunile unei doze de cola: *New Scientist*, „Into the Abyss”, 31 martie 2001.
- p. 252 presiunea este echivalentă cu a fi strivit sub greutatea a paisprezece camioane încărcate cu ciment: *New Yorker*,

„The Pictures”, 15 februarie 2000, p. 47.

- p. 252 Întrucât noi înșine suntem alcătuiți în mare parte din apă: Ashcroft, *Life at the Extremes*, p. 68.
- p. 252 „oamenii seamănă mai mult decât se credea cu balenele și delfinii”: Ashcroft, *Life at the Extremes*, p. 69.
- p. 253 „în costum nu mai rămâneau decât oasele lui și niște carne zdrențuită”: Haldane, *What is Life?*, p. 188.
- p. 254 Ashcroft relatează o poveste despre directorii unui nou tunel pe sub Tamisa care au încins un banchet să sărbătorească: Ashcroft, *Life at the Extremes*, p. 59.
- p. 254 Când s-a dezmeticit, Haldane a explicat că se trezise dezbrăcându-se și a presupus că era vremea de culcare: Norton, *Stars Beneath the Sea*, p. 111.
- p. 254 Talentul lui Haldane la scufundări consta în capacitatea sa de a respecta intervalele de odihnă necesare pentru o ascensiune din adâncimi, fără să sufere de aeroembolie: Haldane, *What is Life?*, p. 202.
- p. 255 nivelul de saturație din sânge a ajuns la 56%: Norton, *Stars Beneath the Sea*, p. 105.
- p. 255 „Dar este oxihemoglobină sau carboxihemoglobină?”: citat în Norton, *Stars Beneath the Sea*, p. 121.
- p. 255 „cel mai isteț om pe care l-am cunoscut vreodată”: Gould, *The Lying Stones of Marrakech*, p. 305.
- p. 255 tânărul Haldane a considerat că Primul Război Mondial a fost „o experiență foarte plăcută”: Norton, *Stars Beneath the Sea*, p. 124.
- p. 256 „Aproape în urma fiecărui experiment cineva trebuia să facă o criză, să sângereze sau să vomite”: Norton, *Stars Beneath the Sea*, p. 133.

- p. 256 frecvente erau perforările de timpan: Haldane, *What Is Life?*, p. 192.
- p. 257 Haldane a rămas cu fesele și partea inferioară a coloanei amorțite vreme de șase ani: Haldane, *What Is Life?*, p. 202.
- p. 257 De asemenea, produce tulburări de dispoziție de-a dreptul incontrolabile: Ashcroft, *Life at the Extremes*, p. 78.
- p. 257 „cercetătorul era la fel de amețit ca voluntarul”: Haldane, *What Is Life?*, p. 197.
- p. 257 Cauza acestei stări este și acum un mister: Ashcroft, *Life at the Extremes*, p. 79.
- p. 258 Chiar și pe o vreme relativ temperată: Attenborough, *The Living Planet*, p. 39.
- p. 258 porțiunile de pe Pământ pe care suntem pregătiți sau capabili să le ocupăm sunt extrem de modeste: Smith, *The Weather*, p. 40.
- p. 258 Dacă soarele nostru ar fi fost de zece ori mai mare decât acum, s-ar fi epuizat după zece milioane de ani, în loc de zece miliarde: Ferris, *The Whole Shebang*, p. 81.
- p. 259 Căldura Soarelui ajunge la ea cu numai două minute înainte de a ajunge la noi: Grinspoon, *Venus Revealed*, p. 9.
- p. 259 Se pare că, în vremea de început a sistemului solar, Venus era doar puțin mai caldă decât Pământul și este foarte posibil să fi avut oceane: *National Geographic*, „The Planets”, ianuarie 1985, p. 40.
- p. 259 presiunea atmosferică, tot de la suprafață, este de nouăzeci de ori mai mare decât cea de pe Pământ: McSween, *Stardust to Planets*, p. 200.
- p. 261 Luna se îndepărtează din raza noastră de influență cu o viteză de 4 cm pe an: Ward și Brownlee, *Rare Earth*, p. 33.

- p. 262 Însă cel mai greu de găsit element de pe Pământ pare să fie franciul: Atkins, *The Periodic Kingdom*, p. 28.
- p. 262 a renunțat la serviciul de argint pentru cinele de protocol și l-a înlocuit cu unul de aluminiu: Bodanis, *The Secret House*, p. 13.
- p. 263 reprezentând un modest 0,048% din scoarța Pământului: Krebs, *The History and Use of our Earth's Chemical Elements*, p. 148.
- p. 263 „Dacă nu ar exista carbonul, nu ar exista nici viața așa cum o cunoaștem noi”: Davies, *The Fifth Miracle*, p. 126.
- p. 263 Din fiecare două sute de atomi din corpul nostru, o sută douăzeci și șase sunt de hidrogen, cincizeci și unu de oxigen și doar nouăsprezece de carbon: Snyder, *The Extraordinary Chemistry of Ordinary Things*, p. 24.
- p. 263 Gradul în care organisme au nevoie sau tolerează anumite elemente este o rămășiță a evoluției lor: Parker, *Inscrutable Earth*, p. 100.
- p. 264 Dacă picurați o cantitate minusculă de sodiu pur în apa obișnuită, va exploda cu suficientă forță pentru a vă ucide: Snyder, *The Extraordinary Chemistry of Ordinary Things*, p. 42.
- p. 264 Și romanii își aromatizau vinul cu plumb: Parker, *Inscrutable Earth*, p. 103.
- p. 265 Fizicianul Richard Feynman obișnuia să facă o glumă: Feynman, *Six Easy Pieces*, p. xix.

Capitolul 17

Spre troposferă

- p. 267 Fără ea, Pământul ar fi o bilă înghețată, lipsită de viață: Stevens, *The Change in the Weather*, p. 7.
- p. 267 a fost descoperit în 1902 de un francez, Léon-Philippe Teisserenc de Bort, dintr-un balon: Stevens, *The Change in the Weather*, p. 56; *Nature*, „1902 and All That”, 3 ianuarie 2002, p. 15.
- p. 268 derivă din aceeași rădăcină ca „menopauză”: Smith, *The Weather*, p. 52.
- p. 268 ar duce, în cel mai fericit caz, la edeme pulmonare și cerebrale severe: Ashcroft, *Life at the Extremes*, p. 7.
- p. 268 La zece kilometri altitudine, temperatura poate scădea la -57°C : Smith, *The Weather*, p. 25.
- p. 268 cam a opta milioana parte dintr-un centimetru, ca să fim mai exacti: Allen, *Atmosphere*, p. 58.
- p. 269 dacă un vehicul intră în atmosferă într-un unghi prea mare, ar putea fi aruncat înapoi în spațiu: Allen, *Atmosphere*, p. 57.
- p. 269 Dickinson arată cum Howard Somervell [...] „s-a trezit sufocându-se după ce o bucată de carne infectată s-a desprins și i-a blocat esofagul”: Dickinson, *The Other Side of Everest*, p. 86.
- p. 269 Limita absolută a toleranței umane pentru a duce o existență neîntreruptă pare să fie de circa 5.500 m: Ashcroft, *Life at the Extremes*, p. 8.
- p. 270 la peste 5.500 m altitudine, nici măcar cele mai adaptate femei nu pot asigura fătului nenăscut suficient oxigen: Attenborough, *The Living Planet*, p. 18.
- p. 270 „peste noi s-a depus în timpul nopții, în tăcere, o greutate de aproape o jumătate de tonă: citat din Hamilton-Paterson, *The Great Deep*, p. 177.

- p. 271 un front atmosferic tipic poate conține șapte sute cincizeci de milioane de tone de aer rece ținute sub un miliard de tone de aer mai cald: Smith, *The Weather*, p. 50.
- p. 271 o cantitate de energie egală cu consumul de electricitate pe patru zile în Statele Unite: Junger, *The Perfect Storm*, p. 102.
- p. 271 În orice moment, pe glob au loc circa 1.800 de furtuni: Stevens, *The Change in the Weather*, p. 55.
- p. 271 Multe dintre cunoștințele noastre despre ceea ce se petrece în atmosferă sunt surprinzător de recente: Biddle, *A Field Guide to the Invisible*, p. 161.
- p. 273 dacă vântul bate cu 300 km pe oră, el nu este doar de zece ori mai puternic decât vântul care bate cu 30 km pe oră, ci de o sută de ori mai puternic: Bodanis, $E = mc^2$, p. 68.
- p. 273 atâta energie câtă folosește într-un an o țară bogată de dimensiuni medii: Ball, H_2O , p. 51.
- p. 273 Tendința atmosferei de a-și echilibra presiunea a fost bănuită mai întâi de Edmond Halley: *Science*, „The Ascent of Atmospheric Sciences”, 13 octombrie 2000, p. 300.
- p. 274 Celălalt merit al lui Coriolis, la aceeași școală, a fost să introducă instalațiile pentru răcirea apei, care se pare că și astăzi sunt cunoscute acolo sub numele de corios: Trefil, *The Unexpected Vista*, p. 24.
- p. 274 formează curbele sistemelor atmosferice și face ca furtunile să se deplaseze învârtindu-se ca niște titirezi: Drury, *Stepping Stones*, p. 25.
- p. 275 Celsius a fixat punctul de fierbere la 0 și punctul de îngheț la 100 pe scala sa: Trefil, *The Unexpected Vista*, p. 107.

- p. 275 Howard a rămas în memoria posterității până în prezent în principal pentru faptul că, în 1803, a denumit diferitele tipuri de nori: *Dictionary of National Biography*, vol. 10, pp. 51-52.
- p. 275 Sistemul lui Howard a fost mult îmbogățit de-a lungul anilor: Trefil, *Meditations at Sunset*, p. 62.
- p. 276 Se pare că aceasta este sursa expresiei „a fi în al nouălea cer”: Hamblyn, *The Invention of Clouds*, p. 252.
- p. 276 Un cumulus de vară pufos, de câteva sute de metri, abia dacă are 100 până la 150 de litri de apă: Trefil, *Meditations at Sunset*, p. 66.
- p. 276 În orice moment, numai circa 0,035% din apa dulce de pe Pământ plutește în jurul și deasupra noastră”: Ball, *H₂O*, p. 57.
- p. 276 Predicțiile despre ce se va întâmpla cu o moleculă de apă se întind pe o paletă foarte largă, în funcție de locul în care cade: Dennis, *The Bird in the Waterfall*, p. 8.
- p. 277 Chiar și o mare de dimensiunile Mediteranei s-ar usca total într-o mie de ani dacă nu ar fi reaprovizionată permanent: Gribbin, *Being Human*, p. 123.
- p. 277 Un astfel de eveniment a avut loc cu aproape șase milioane de ani în urmă: *New Scientist*, „Vanished”, 7 august 1999.
- p. 277 echivalentă cu producția de cărbune a lumii pe zece ani: Trefil, *Meditations at 10,000 Feet*, p. 122.
- p. 277 De aceea, în general, apare un decalaj între începutul astronomic oficial al unui anotimp și momentul în care avem sentimentul concret că anotimpul a început: Stevens, *The Change in the Weather*, p. 111.

- p. 278 Cât despre felul în care ar putea cineva afla cât îi ia unei picături de apă să ajungă dintr-un ocean în celălalt: *National Geographic*, „New Eyes on the Oceans”, octombrie 2000, p. 101.
- p. 279 În ansamblu, în rocile de pe Pământ se află stocat de circa optzeci de mii de ori mai mult carbon decât în atmosferă: Stevens, *The Change in the Weather*, p. 7.
- p. 280 Știm, din mostre de gheață foarte veche, că nivelul „natural” de dioxid de carbon din atmosferă: *Science*, „The Ascent of Atmospheric Sciences”, 13 octombrie 2000, p. 303.

Capitolul 18

Conducta de legătură

- p. 281 Imaginați-vă cum ar fi să trăiți într-o lume dominată de oxidul de hidrogen: Margulis și Sagan, *Microcosmos*, p. 100.
- p. 281 Un cartof conține până la 80% apă, o vacă 74%, o bacterie 75%: Schopf, *Cradle of Life*, p. 107.
- p. 281 Nu ne ajută aproape cu nimic dacă dorim să facem predicții corecte despre proprietățile altor lichide și nici viceversa: Green, *Water, Ice and Stone*, p. 29; Gribbin, *In the Beginning*, p. 174.
- p. 281 Când ajunge în formă solidă, este cu aproape o zecime mai voluminoasă decât înainte: Trefil, *Meditations at 10,000 Feet*, p. 121.
- p. 282 „o proprietate de maximă bizarerie”: Gribbin, *In the Beginning*, p. 174.
- p. 282 așa cum se schimbă partenerii într-un cadrul: Kunzig, *The Restless Sea*, p. 8.

- p. 282 În orice moment am măsura, numai 15% dintre ele se află în contact direct: Dennis, *The Bird in the Waterfall*, p. 152.
- p. 282 În numai câteva zile, buzele „se retrag, de parcă ar fi amputate, gingiile se înnegresc, nasul se strânge la jumătate din lungime”: *Economist*, 13 mai 2000, p. 4.
- p. 283 Un litru obișnuit de apă de mare conține numai 2,5 lingurițe de sare de bucătărie: Dennis, *The Bird in the Waterfall*, p. 248.
- p. 283 transpirăm și plângem apă de mare: Margulis și Sagan, *Microcosmos*, p. 184.
- p. 283 Pe Pământ există 1,3 miliarde de kilometri cubi de apă și asta este tot ce vom obține vreodată: Green, *Water, Ice and Stone*, p. 25.
- p. 283 În urmă cu 3,8 miliarde de ani, oceanele atinseseră (cu o oarecare aproximație) volumul din prezent: Ward și Brownlee, *Rare Earth*, p. 360.
- p. 283 Întregul Pacific reunește puțin peste jumătate din apa oceanică a lumii: Dennis, *The Bird in the Waterfall*, p. 226.
- p. 284 planeta noastră mai bine s-ar chema Apă decât Pământ: Ball, *H₂O*, p. 21.
- p. 284 adică cei 3% din total: Dennis, *The Bird in the Waterfall*, p. 6; *Scientific American*, „On Thin Ice”, decembrie 2002, pp. 100-105.
- p. 284 Dacă mergeți la Polul Sud, veți sta pe mai bine de trei kilometri de gheață, iar la Polul Nord, numai pe cinci metri: Smith, *The Weather*, p. 62.
- p. 284 suficient pentru a înălța nivelul oceanului cu 60 m, dacă s-ar topi toată: Schultz, *Ice Age Lost*, p. 75.

- p. 285 „împinși la rătăcire de rutina năucitoare a anilor de scotocit”: Weinberg, *A Fish Caught in Time*, p. 34.
- p. 285 Dar au navigat aproape 130.000 km: Hamilton-Paterson, *The Great Deep*, p. 178.
- p. 285 asistente atrăgătoare, ale căror atribuții erau descrise ingenios drept „documentarist și tehnician” sau „asistent în problemele peștilor”: Norton, *Stars Beneath the Sea*, p. 57.
- p. 285 La scurt timp după aceea, a făcut echipă cu Barton, care provenea dintr-o familie și mai bogată: Ballard, *The Eternal Darkness*, pp. 14-15.
- p. 286 Sfera nu era în niciun fel manevrabilă [...] și era dotată cu sistem de respirație dintre cele mai primitive: Weinberg, *A Fish Caught in Time*, p. 158; Ballard, *The Eternal Darkness*, p. 17.
- p. 287 Orice ar fi fost, nimeni nu a mai văzut de atunci încoace ceva asemănător: Weinberg, *A Fish Caught in Time*, p. 159.
- p. 287 În 1958 au încheiat o înțelegere cu Marina Statelor Unite: Broad, *The Universe Below*, p. 54.
- p. 288 „Nu am aflat prea multe din asta, decât că se putea face: citat din revista *Underwater*, „The Deepest Spot on Earth”, iarna 1999.
- p. 289 Exista o singură problemă: proiectanții nu au găsit pe nimeni dispus să-l construiască: Broad, *The Universe Below*, p. 56.
- p. 289 În 1994, 34.000 de mânuși de hochei pe gheață au fost măturate peste bordul unui cargobot coreean, în timpul unei furtuni din Pacific: *National Geographic*, „New Eyes on the Oceans”, octombrie 2000, p. 93.
- p. 290 este posibil ca oamenii să fi cercetat „a milioana sau a miliarde parte din întunericul mării”: Kunzig, *The Restless*

Sea, p. 47.

- p. 290 viermi tubulari de peste 3 m lungime, scoici de 30 cm lățime, creveți și midii de adâncime: Attenborough, *The Living Planet*, p. 30.
- p. 290 Înainte de asta, se crezuse că niciun organism complex nu putea supraviețui în ape mai calde de circa 54 °C: *National Geographic*, „Deep Sea Vents”, octombrie 2000, p. 123.
- p. 290 suficientă pentru a îngropa fiecare bucățică de pământ la o adâncime de 150 de metri: Dennis, *The Bird in the Waterfall*, p. 248.
- p. 291 poate dura până la zece milioane de ani să cureți un ocean: Vogel, *Naked Earth*, p. 182.
- p. 291 Probabil că nimic nu exprimă mai elocvent distanța psihologică dintre noi și adâncimile oceanice: Engel, *The Sea*, p. 183.
- p. 291 Când nu se scufundau, cum se întâmpla de cele mai multe ori, pușcașii marini le ciuruiau cu gloanțe ca să pătrundă apa în ele: Kunzig, *The Restless Sea*, pp. 294-305.
- p. 292 Uneori balenele albastre încep un cântec, îl întrerup, apoi îl reiau exact din același punct șase luni mai târziu: Sagan, *Cosmos*, p. 271.
- p. 292 Gândiți-vă la [...] faimosul calmar uriaș: *Good Weekend*, „Armed and Dangerous”, 15 iulie 2000, p. 35.
- p. 293 ar putea exista până la 30 de milioane de specii de animale care trăiesc în mare, majoritatea fiind încă nedescoperite: *Time*, „Call of the Sea”, 5 octombrie 1998, p. 60.
- p. 293 Chiar și la o adâncime de aproape 5 km, au găsit circa 3.700 de ființe: Kunzig, *The Restless Sea*, pp. 104-105.

- p. 293 În ansamblu, mai puțin de 10% din ocean este considerat productiv în mod natural: sondaj *Economist*, „The Sea”, 23 mai 1998, p. 4.
- p. 294 nici măcar nu intră în primele cincizeci de națiuni la pescuit: Flannery, *The Future Eaters*, p. 104.
- p. 294 Mulți pescari „dorsează” rechinii: *Audubon*, mai-iunie 1998, p. 54.
- p. 295 târăsc după ele plase uriașe cât să cuprindă o duzină de avioane cu reacție de mare capacitate: *Time*, „The Fish Crisis”, 11 august 1997, p. 66.
- p. 295 „Ne aflăm încă în epoca primitivă. Aruncăm pur și simplu plasa și așteptăm să vedem ce pică”: *Economist*, „Pollock Overboard”, 6 ianuarie 1996, p. 22.
- p. 295 Aproape 22 de milioane de tone de astfel de pește nedorit sunt aruncate înapoi în mare în fiecare an, cea mai mare parte în stadiul de cadavre: sondaj *Economist*, „The Sea”, 23 mai 1998, p. 12.
- p. 295 Zone întinse de pe fundul Mării Nordului sunt drenate la sânge de traulere late de până la șapte ori pe an: *Outside*, decembrie 1997, p. 62.
- p. 295 navigatorii îl adunau cu coșurile: *National Geographic*, octombrie 1993, p. 18.
- p. 296 În 1990 scăzuse la 22.000 de tone: sondaj *Economist*, „The Sea”, 23 mai 1998, p. 8.
- p. 296 „Pescarii i-au prins pe toți”: Kurlansky, *Cod*, p. 186.
- p. 296 rezervele încă nu înregistraseră nicio revenire: *Nature*, „How Many More Fish in the Sea?”, 17 octombrie 2002, p. 662.
- p. 296 În prezent, afirmă el sec, „pește” înseamnă „ce a mai rămas”: Kurlansky, *Cod*, p. 138.

- p. 296 „Biologii estimează că 90% dintre homari sunt prinși la mai puțin de un an după ce ating dimensiunea legală minimă, în jurul vârstei de șase ani”: *New York Times*, „A Tale of Two Fisheries”, 27 august 2000, p. 40.
- p. 296 Pe calota glaciara din jurul Antarcticii ar putea trăi până la cincisprezece milioane de exemplare: *BBC Horizon*, transcriere, „Antarctica: The Ice Melts”, p. 16.

Capitolul 19

Începuturile vieții

- p. 298 După câteva zile, apa din retorte s-a făcut verde și galbenă, un borș consistent de aminoacizi: *Earth*, „Life’s Crucible”, februarie 1998, p. 34.
- p. 298 Repetarea experimentelor lui Miller, pornind de la noile premise, mai provocatoare, nu a produs până în prezent decât un aminoacid destul de primitiv: Ball, *H₂O*, p. 209.
- p. 298 dar ar putea exista până la un milion de tipuri de proteine în corpul uman: *Discover*, „The Power of Proteins”, ianuarie 2002, p. 38.
- p. 299 șansele ca toate cele două sute să apară în ordinea cerută sunt de 1 la 10^{260} : Crick, *Life Itself*, p. 51.
- p. 299 Hemoglobina are o înșiruire de numai 146 de aminoacizi, un mizilic după standardele proteice: Sulston și Ferry, *The Common Thread*, p. 14.
- p. 300 ADN-ul este un maestru al duplicării – își poate face o copie într-un interval de secunde: Margulis și Sagan, *Microcosmos*, p. 63.
- p. 300 „Dacă fiecare element are nevoie de toate celelalte, cum a luat naștere de la bun început comunitatea

moleculelor?": Davies, *The Fifth Miracle*, p. 71.

- p. 301 trebuie să fi existat vreun fel de proces cumulativ de selecție care să le fi permis aminoacizilor să se grupeze: Dawkins, *The Blind Watchmaker*, p. 45.
- p. 301 O mulțime de molecule din natură se reunesc pentru a forma lanțuri lungi, numite polimeri: Dawkins, *The Blind Watchmaker*, p. 115.
- p. 301 „o manifestare obligatorie a materiei”: citat în Nuland, *How We Live*, p. 121.
- p. 301 Dacă ați dori să creați o entitate vie, [...] nu aveți nevoie decât de patru elemente principale: Schopf, *Cradle of Life*, p. 107.
- p. 302 „Substanțele din care sunt alcătuite ființele vii nu au nimic extraordinar”: Dawkins, *The Blind Watchmaker*, p. 112.
- p. 302 Un text de referință din biologie spune, poate chiar cu o ușoară urmă de disconfort: Wallace *et al.*, *Biology*, p. 428.
- p. 302 Până prin anii 1950, s-a crezut că viața există de mai puțin de 600 de milioane de ani: Margulis și Sagan, *Microcosmos*, p. 71.
- p. 302 „Din această rapiditate putem deduce că viața la nivel bacterian nu întâmpină prea mari dificultăți în a evolua”: *New York Times*, „Life on Mars? So What?”, 11 august 1996.
- p. 303 „viața, cu apariția sa din primul moment posibil, era predestinată chimic să existe”: Gould, *Eight Little Piggies*, p. 328.
- p. 303 zeci de mii de australieni au fost speriați de o serie de bubuituri sonice și de vederea unui ghem de foc străbătând cerul de la est la vest: *Sydney Morning Herald*,

„Aerial Blast Rocks Towns”, 29 septembrie 1969, și „Farmer Finds «Meteor Soot»”, 30 septembrie 1969.

- p. 303 era bine împănate cu aminoacizi – în total, șaptezeci și patru de tipuri: Davies, *The Fifth Miracle*, pp. 209-210.
- p. 304 Alți câțiva meteoriti de tip *carbonaceous chondrite* s-au rătăcit în calea Pământului din 1969 înapoi: *Nature*, „Life’s Sweet Beginnings?”, 20-27 decembrie 2001, p. 857; *Earth*, „Life’s Crucible”, februarie 1998, p. 37.
- p. 304 „la limita extremă a respectabilității științifice”: Gribbin, *In the Beginning*, p. 78.
- p. 305 „Oriunde te-ai duce în lume, la orice animal, plantă, insectă sau urmă minusculă te-ai uita”: Ridley, *Genome*, p. 21.
- p. 305 „Nu putem fi siguri că ceea ce țineți dumneavoastră în mână acum a conținut cândva organisme vii”: interviu cu Victoria Bennett, Australia National University, Canberra, 21 august 2001.
- p. 308 plin de vapori toxici, de la acizii sulfuric și clorhidric, suficient de puternici ca să treacă prin îmbrăcăminte și să rănească pielea: Ferris, *Seeing in the Dark*, p. 200.
- p. 308 „fără îndoială, cea mai importantă inovație metabolică din istoria vieții de pe planetă”: Margulis și Sagan, *Microcosmos*, p. 78.
- p. 308 Globulele albe din sângele nostru chiar folosesc oxigenul pentru a ucide bacteriile invadatoare: detaliu oferit de dr. Laurence Smaje.
- p. 309 Dar acum 3,5 miliarde de ani a devenit evident un lucru mai important: Wilson, *The Diversity of Life*, p. 186.
- p. 310 „Este ca o călătorie în timp”: Fortey, *Life*, p. 66.

- p. 310 cianobacteriile din Golful Rechinului ar putea fi organismele cu cea mai lentă evoluție de pe Pământ: Schopf, *Cradle of Life*, p. 212.
- p. 311 „Animalele nu își puteau aduna energia necesară pentru a funcționa”: Fortey, *Life*, p. 89.
- p. 311 nu ar fi în prezent decât un terci de microbi simpli: Margulis și Sagan, *Microcosmos*, p. 128.
- p. 311 puteți aduna până la un miliard în spațiul ocupat de un fir de nisip: Brown, *The Energy of Life*, p. 101.
- p. 311 Aceste fosile au fost descoperite o singură dată și apoi nu se mai cunosc altele vreme de cinci sute de milioane de ani: Ward și Brownlee, *Rare Earth*, p. 10.
- p. 311 doar niște „pungi de substanțe chimice”: Drury, *Stepping Stones*, p. 68.
- p. 312 suficient pentru a umple optzeci de cărți a cinci sute de pagini fiecare, după cum observa Carl Sagan: Sagan, *Cosmos*, p. 273.

Capitolul 20

Ce mică-i lumea!

- p. 313 Louis Pasteur devenise atât de preocupat de microbi săi, încât a început să cerceteze cu un ochi critic, printr-o lupă, fiecare farfurie cu mâncare așezată dinaintea lui: Biddle, *A Field Guide to the Invisible*, p. 16.
- p. 313 Dacă aveți o sănătate bună și o preocupare medie pentru igienă, probabil că dețineți o turmă de circa o mie de miliarde de bacterii ce pasc pe câmpiile epidermei dumneavoastră: Ashcroft, *Life at the Extremes*, p. 248; Sagan și Margulis, *Garden of Microbial Delights*, p. 4.

- p. 313 Numai aparatul digestiv este gazda a peste o sută de mii de miliarde de microbi de cel puțin patru sute de tipuri: Biddle, *A Field Guide to the Invisible*, p. 57.
- p. 313 Unele, surprinzător de multe, [...] nu au niciun fel de funcție detectabilă: *National Geographic*, „Bacteria”, august 1993, p. 51.
- p. 313 Fiecare corp uman conține circa zece milioane de miliarde de celule, dar este gazdă pentru aproximativ o sută de milioane de miliarde de celule de bacterii: Margulis și Sagan, *Microcosmos*, p. 67.
- p. 314 Noi însă nu am rezista fără ele nici o zi: *New York Times*, „From Birth, Our Body Houses a Microbe Zoo”, 15 octombrie 1996, p. C-3.
- p. 314 Algele și alte organisme minuscule ce bolborosesc prin apă trimit în aer circa o sută cincizeci de miliarde de kilograme de oxigen în fiecare an: Sagan și Margulis, *Garden of Microbial Delights*, p. 11.
- p. 314 *Clostridium perfringens*, micul organism nesuferit care produce cangrena, se reproduce în numai nouă minute: *Outside*, iulie 1999, p. 88.
- p. 314 La o asemenea viteză, teoretic, o singură bacterie poate produce în două zile mai mulți urmași decât toți protonii din Univers: Margulis și Sagan, *Microcosmos*, p. 75.
- p. 314 „o singură celulă de bacterie poate genera două sute optzeci de mii de miliarde de indivizi într-o singură zi”: de Dube, *A Guided Tour of the Living Cell*, vol. 2, p. 320.
- p. 315 Practic [...] toate bacteriile înoată într-o unică piscină genetică: Margulis și Sagan, *Microcosmos*, p. 16.
- p. 315 Oamenii de știință din Australia au descoperit microbi cunoscuți sub numele de *Thiobacillus concretivorans*:

Davies, *The Fifth Miracle*, p. 145.

- p. 315 Unele bacterii descompun materialele chimice din care, din câte știm noi, nu obțin nimic benefic: *National Geographic*, „Bacteria”, august 1993, p. 39.
- p. 315 „precum membrele împrăștiate ale creaturilor trezite din morți dintr-un film de groază”: *Economist*, „Human Genome Survey”, 1 iulie 2000, p. 9.
- p. 316 Cel mai extraordinar caz de supraviețuire cunoscut până acum ar putea fi bacteria *Streptococcus*, care a fost descoperită pe obiectivul sigilat al unui aparat foto ce fusese pe Lună vreme de doi ani: Davies, *The Fifth Miracle*, p. 146.
- p. 316 S-a sugerat chiar că ronțăitul lor neobosit ar fi creat scoarța Pământului: *New York Times*, „Bugs Shape Landscape, Make Gold”, 15 octombrie 1996, p. C-1.
- p. 316 dacă am scoate toate bacteriile din interiorul Pământului și le-am depozita la suprafață, acestea ar acoperi planeta cu un strat gros de 15 m: *Discover*, „To Hell and Back”, iulie 1999, p. 82.
- p. 316 Cei mai activi dintre ei abia dacă se divizează cam o dată pe secol: *Scientific American*, „Microbes Deep Inside the Earth”, octombrie 1996, p. 71.
- p. 316 „Se pare că secretul unei vieți lungi este să nu faci mare lucru”: *Economist*, „Earth’s Hidden Life”, 21 decembrie 1996, p. 112.
- p. 316 Alte microorganisme au revenit la viață după ce au fost eliberate dintr-o conservă de carne veche de 118 ani și dintr-o sticlă de bere de 166 de ani: *Nature*, „A Case of Bacterial Immortality?”, 19 octombrie 2000, p. 844.

- p. 317 au afirmat că au resuscitat bacterii care au stat înghețate în pergelisolul siberian vreme de trei milioane de ani: *Economist*, „Earth’s Hidden Life”, 21 decembrie 1996, p. 111.
- p. 317 Dar recordul de supraviețuire de până acum pare a fi cel revendicat de Russell Vreeland și colegii săi de la West Chester University: *New Scientist*, „Sleeping Beauty”, 21 octombrie 2000, p. 12.
- p. 317 Cercetătorii mai bănuitori au sugerat că mostra ar fi putut fi contaminată: BBC News online, „Row over Ancient Bacteria”, 7 iunie 2001.
- p. 317 Bacteriile erau de obicei îngrămădite la un loc cu plantele: Sagan și Margulis, *Garden of Microbial Delights*, p. 22.
- p. 319 În 1969, într-o încercare de a aduce o oarecare ordine în sistemul de clasificări din ce în ce mai inadecvat: Sagan și Margulis, *Garden of Microbial Delights*, p. 23.
- p. 319 După un calcul estimativ, conținea în total până la două sute de mii de specii diferite de organisme: Sagan și Margulis, *Garden of Microbial Delights*, p. 24.
- p. 319 După părerea lui Woese, la acea vreme erau cunoscute cam 500 de specii de bacterii: *New York Times*, „Microbial Life’s Steadfast Champion”, 15 octombrie 1996, p. C-3.
- p. 320 Numai circa 1% cresc în culturi: *Science*, „Microbiologists Explore Life’s Rich, Hidden Kingdoms”, 21 martie 1997, p. 1740.
- p. 320 „e ca și cum ai învăța despre animale vizitând o grădină zoologică”: *New York Times*, „Microbial Life’s Steadfast Champion”, 15 octombrie 1996, p. C-7.

- p. 321 Woese „s-a simțit cumplit de dezamăgit”: Ashcroft, *Life at the Extremes*, pp. 274-275.
- p. 321 „Ca și fizica înaintea ei, biologia a trecut la un nivel la care, de multe ori, obiectele de studiu și interacțiunile lor nu pot fi percepute prin observare directă”: *Proceedings of the National Academy of Sciences*, „Default Taxonomy: Ernst Mayr’s View of the Microbial World”, 15 septembrie 1998.
- p. 321 „Woese nu are pregătire de biolog și, prin urmare, era normal să nu fie îndeajuns de familiarizat cu principiile clasificării”: *Proceedings of the National Academy of Sciences*, „Two Empires or Three?”, 18 august 1998.
- p. 322 Dintre cele douăzeci și trei de diviziuni principale ale vieții, numai trei [...] sunt suficient de mari pentru a fi văzute de ochiul uman și chiar și acestea conțin specii microscopice: Schopf, *Cradle of Life*, p. 106.
- p. 322 dacă am însuma biomasa planetei [...] microbii ar reprezenta cel puțin 80% din tot ce există: *New York Times*, „Microbial Life’s Steadfast Champion”, 15 octombrie 1996, p. C-7.
- p. 323 Organismul cel mai infecțios de pe Pământ, o bacterie numită wolbachia: *Nature*, „Wolbachia: a Tale of Sex and Survival”, 11 mai 2001, p. 109.
- p. 323 numai aproximativ un microb dintr-o mie este un agent patogen pentru oameni: *National Geographic*, „Bacteria”, august 1993, p. 39.
- p. 323 microbii reprezintă încă ucigașul numărul trei în lumea occidentală: *Outside*, iulie 1999, p. 88.
- p. 323 istoria este plină de boli care „au provocat cândva epidemii terifiante și apoi au dispărut la fel de misterios

precum apăruseră”: Diamond, *Guns, Germs and Steel*, p. 208.

- p. 325 o boală numită fasciită necrozantă, în care bacteriile mănâncă practic victima din interior spre exterior: Gawande, *Complications*, p. 234.
- p. 325 „A sosit timpul să întoarcem pagina peste bolile infecțioase”: *New Yorker*, „No Profit, No Cure”, 5 noiembrie 2001, p. 46.
- p. 326 Și, chiar în timp ce vorbea, cam 90% dintre tulpinile de stafilococi erau pe cale de a-și dezvolta imunitatea la penicilină: *Economist*, „Disease Fights Back”, 20 mai 1995, p. 15.
- p. 326 în 1997 un spital din Tokyo a raportat posibilitatea să fi apărut o tulpină imună până și la aceasta: *Boston Globe*, „Microbe Is Feared to Be Winning Battle Against Antibiotics”, 30 mai 1997, p. A-7.
- p. 326 După cum remarca James Surowiecki: *New Yorker*, „No Profit, No Cure”, 5 noiembrie 2001, p. 46.
- p. 326 Institutul Național de Sănătate al Statelor Unite [...] a început să susțină oficial ideea abia în 1994: *Economist*, „Bugged by Disease”, 21 martie 1998, p. 93.
- p. 326 „Probabil că sute sau chiar mii de oameni au murit de ulcer complet inutil”: *Forbes*, „Do Germs Cause Cancer?”, 15 noiembrie 1999, p. 195.
- p. 326 De atunci încolo, numeroase alte cercetări au arătat că există sau sunt șanse mari să existe o componentă bacteriană în multe alte tipuri de dereglări: *Science*, „Do Chronic Diseases Have an Infectious Root?”, 14 septembrie 2001, pp. 1974-1976.

- p. 327 „un fragment de acid nucleic înconjurat de vești proaste”: citat în Oldstone, *Viruses, Plagues and History*, p. 8.
- p. 327 Până în prezent, se cunosc aproximativ cinci mii de tipuri de viruși: Biddle, *A Field Guide to the Invisible*, pp. 153-154.
- p. 327 Variola a omorât, numai în secolul XX, aproximativ 300 de milioane de oameni: Oldstone, *Viruses, Plagues and History*, p. 1.
- p. 327 În zece ani, boala a omorât circa cinci milioane de oameni și apoi a dispărut pe nesimțite: Kolata, *Flu*, p. 292.
- p. 328 Primul Război Mondial a omorât 21 de milioane de oameni în patru ani; gripa spaniolă a ucis la fel de mulți doar în primele patru luni: American Heritage, „The Great Swine Flu Epidemic of 1918”, iunie 1976, p. 82.
- p. 328 În încercarea de a produce un vaccin, autoritățile medicale au desfășurat experimente pe voluntari într-o închisoare militară din Deer Island, în portul Boston: *American Heritage*, „The Great Swine Flu Epidemic of 1918”, iunie 1976, p. 82.
- p. 330 Cercetătorii de la Manchester Royal Infirmary au descoperit că un marinar care murise în 1959 din cauze misterioase și netratabile a avut în realitate SIDA: *National Geographic*, „The Disease Detectives”, ianuarie 1991, p. 132.
- p. 330 În 1969, un doctor de la Laboratorul Universității Yale din New Haven, Connecticut, care studia febra Lassa: Oldstone, *Viruses, Plagues and History*, p. 126.
- p. 330 În 1990 un nigerian care locuia la Chicago a fost expus la virusul febrei Lassa în timpul unei vizite în țara sa natală: Oldstone, *Viruses, Plagues and History*, p. 128.

Capitolul 21

Viața merge mai departe

- p. 331 Soarta mai tuturor organismelor vii: Schopf, *Cradle of Life*, p. 72.
- p. 331 Numai circa 15% dintre roci pot conserva fosile: Lewis, *The Dating Game*, p. 24.
- p. 332 mai puțin de o specie din zece mii a intrat în istoria fosilelor: Trefil, *101 Things You Don't Know About Science and No One Else Does Either*, p. 280.
- p. 332 declarația [...] potrivit căreia analele fosilelor conțin 250.000 de specii: Leakey și Lewin, *The Sixth Extinction*, p. 45.
- p. 332 Circa 95% dintre toate fosilele de care dispunem provin de la animale care au trăit cândva sub apă: Leakey și Lewin, *The Sixth Extinction*, p. 45.
- p. 333 „Pare un număr impresionant”, a aprobat el: interviu cu Richard Fortey, Natural History Museum, Londra, 19 februarie 2001.
- p. 333 oamenii au supraviețuit cât o jumătate de procent din perioada de existență a trilobiților: Fortey, *Trilobite!*, p. 24.
- p. 334 un întreg *Profallotaspis* sau *Elenellus*, de dimensiunile unui crab: Fortey, *Trilobite!*, p. 121.
- p. 334 și-a alcătuit o colecție suficient de importantă încât să fie cumpărată de Louis Agassiz: „From Farmer-Laborer to Famous Leader: Charles D. Walcott (1850-1927)”, *GSA Today*, ianuarie 1996.
- p. 334 În 1879, Walcott și-a luat o slujbă de cercetător de teren: Gould, *Wonderful Life*, pp. 242-243.

- p. 334 „Cărțile sale umplu un raft de bibliotecă”: Fortey, *Trilobite!*, p. 53.
- p. 335 unica perspectivă pe care o avem despre apariția vieții moderne în toată deplinătatea sa: Gould, *Wonderful Life*, p. 56.
- p. 335 Gould, un om scrupulos de felul lui, a descoperit: Gould, *Wonderful Life*, p. 71.
- p. 336 o sută patruzeci de specii, potrivit unei estimări: Leakey și Lewin, *The Sixth Extinction*, p. 27.
- p. 336 o paletă de diferențieri [...] ce nu și-a găsit niciodată rival: Gould, *Wonderful Life*, p. 208.
- p. 336 „O astfel de interpretare”: Gould, *Eight Little Piggies*, p. 225.
- p. 336 Apoi, în 1973, un student la studii postuniversitare de la Universitatea Cambridge: *National Geographic*, „Explosion of Life”, octombrie 1993, p. 126.
- p. 337 atâtea noutăți de care știința încă nu avea habar, încât [...] la un moment dat: Fortey, *Trilobite!*, p. 123.
- p. 337 toate folosesc arhitecturi create pentru prima dată în explozia cambriană: *US News and World Report*, „How Do Genes Switch On?”, 18-25 august 1997, p. 74.
- p. 337 cel puțin cincisprezece, dacă nu chiar douăzeci: Gould, *Wonderful Life*, p. 25.
- p. 338 „Derulați înapoi banda vieții”: Gould, *Wonderful Life*, p. 14.
- p. 338 În 1946, Sprigg, un tânăr asistent geolog guvernamental: Corfield, *Architects of Eternity*, p. 287.
- p. 339 dar nu a reușit să intre în grațiile directorului asociației: Corfield, *Architects of Eternity*, p. 287.
- p. 339 Nouă ani mai târziu, în 1957: Fortey, *Life*, p. 85.

- p. 340 „În prezent, nu trăiește nimic cât de cât similar lor”: Fortey, *Life*, p. 88.
- p. 340 „Sunt greu de considerat”: Fortey, *Trilobite!*, p. 125.
- p. 340 „Ce bine ar fi dacă Stephen Gould ar gândi la fel de clar pe cât scrie!”: Dawkins, *Sunday Telegraph*, 25 februarie 1990.
- p. 341 Un critic care scria pentru *The New York Times Book Review*: *New York Times Book Review*, „Survival of the Luckiest”, 22 octombrie 1989.
- p. 341 Dawkins a atacat [...] afirmațiile lui Gould: recenzie la *Full House*, în *Evolution*, iunie 1997.
- p. 341 care a șocat o bună parte din comunitatea paleontologică atunci când s-a întors violent împotriva lui Gould într-o carte proprie, *The Crucible of Creation*: *New York Times Book Review*, „Rock of Ages”, 10 mai 1998, p. 15.
- p. 341 „Nu am întâlnit niciodată atât spleen în cartea unui profesionist”: Fortey, *Trilobite!*, p. 138.
- p. 342 Fortey oferă drept exemplu ideea de a compara un șoarece-de-câmp cu un elefant: Fortey, *Trilobite!*, p. 132.
- p. 343 „Niciuna nu era atât de ciudată precum ciripelele moderne sau la fel de grotescă precum o regină termită”: Fortey, *Life*, p. 111.
- p. 343 nu le-a făcut mai puțin interesante sau ciudate, ci doar mai explicabile: Fortey, „Shock Lobsters”, *London Review of Books*, 1 octombrie 1998.
- p. 343 Una este să descoperim o creatură bine conturată, precum un trilobit izolat ce apare brusc: Fortey, *Trilobite!*, p. 137.

Rămas-bun tuturor acestora

- p. 345 În zonele din Antarctica, unde practic nu crește nimic altceva: Attenborough, *The Living Planet*, p. 48.
- p. 345 „În mod spontan, piatra anorganică devine plantă!": Marshall, *Mosses and Lichens*, p. 22.
- p. 345 În lume există mai bine de douăzeci de mii de specii de licheni: Attenborough, *The Private Life of Plants*, p. 214.
- p. 346 Cei de dimensiunea unei farfurii întinse [...] „ar putea foarte bine să aibă sute, dacă nu chiar mii de ani": Attenborough, *The Living Planet*, p. 42.
- p. 346 Dacă vă imaginați cei 450 de milioane de ani de existență ai Pământului comprimați într-o zi terestră normală: adaptare după Schopf, *Cradle of Life*, p. 13.
- p. 347 să ne întindem brațele la maximum și să ne imaginăm că distanța dintre extremitățile lor reprezintă întreaga istorie a Pământului: McPhee, *Basin and Range*, p. 126.
- p. 348 Nivelurile de oxigen [...] ajungeau până la 35%: Officer și Page, *Tales of the Earth*, p. 123.
- p. 349 izotopii se acumulează în ritmuri diferite, în funcție de cât de mult oxigen sau dioxid de carbon se găsesc în atmosferă: Officer și Page, *Tales of the Earth*, p. 118.
- p. 350 „Forțele Aeriene SUA au făcut experiențe cu ele și le-au pus să zboare în tunele aerodinamice, ca să vadă cum de reușesc toate acestea, și au fost șocate": Conniff, *Spineless Wonders*, p. 84.
- p. 350 În pădurile din carbonifer, libelulele creșteau cât corbii: Fortey, *Life*, p. 201.
- p. 350 Din fericire, echipa a găsit exact o astfel de creatură: BBC *Horizon*, „The Missing Link", transmis prima dată la 1

februarie 2001.

- p. 351 Numele se referă la numărul și amplasarea micilor găuri descoperite pe craniile proprietarilor: Tudge, *The Variety of Life*, p. 411.
- p. 352 dar numărul a fost mărit până la patru mii de miliarde: Tudge, *The Variety of Life*, p. 9.
- p. 352 „La o primă aproximare, toate speciile sunt dispărute”: citat de Gould, *Eight Little Piggies*, p. 46.
- p. 352 durata medie de viață a unei specii este de numai patru milioane de ani: Leakey și Lewin, *The Sixth Extinction*, p. 38.
- p. 352 „Alternativa la dispariție este stagnarea”: interviu cu Ian Tattersall, Muzeul American de Istorie Naturală, New York, 6 mai 2002.
- p. 352 Crizele din istoria Pământului sunt invariabil asociate cu salturile dramatice care le urmează: Stanley, *Extinction*, p. 95; Stevens, *The Change in the Weather*, p. 12.
- p. 353 În permian, cel puțin 95% dintre animalele care apăreau în istoria fosilelor au părăsit scena pentru a nu mai reveni niciodată: *Harper's*, „Planet of Weeds”, octombrie 1998, p. 58.
- p. 353 „Au dispărut până și aproximativ o treime dintre speciile de insecte – singura situație în care acestea au dispărut în masă: Stevens, *The Change in the Weather*, p. 12.
- p. 353 „A fost cu adevărat o extincție în masă”: Fortey, *Life*, p. 235.
- p. 353 Estimările referitoare la numărul de specii de animale aflate în viață la sfârșitul permianului se întind de la un minim de 45.000 până la un maxim de 240.000: Gould, *Hen's Teeth and Horse's Toes*, p. 340.

- p. 354 Pentru indivizi, numărul victimelor ar putea fi mult mai mare – în multe cazuri, până la ultimul: Powell, *Night Comes to the Cretaceous*, p. 143.
- p. 354 Animalele erbivore, inclusiv caii, au fost aproape eliminate în hemphillian: Flannery, *The Eternal Frontier*, p. 100.
- p. 354 Cel puțin douăzeci de potențiali vinovați au fost identificați drept cauze sau factori primi: *Earth*, „The Mystery of Selective Extinctions”, octombrie 1996, p. 12.
- p. 355 „tone de deducții și prea puține dovezi”: *New Scientist*, „Meltdown”, 7 august 1999.
- p. 355 Nu este deloc ușor să ne imaginăm un astfel de impact: Powell, *Night Comes to the Cretaceous*, p. 19.
- p. 356 Meteoritul KT a avut avantajul suplimentar – avantaj dacă erai mamifer: Flannery, *The Eternal Frontier*, p. 17.
- p. 356 „Cum se face că aceste creaturi atât de delicate au reușit să iasă tefere dintr-un dezastru de asemenea proporții nemaîntâlnite”: Flannery, *The Eternal Frontier*, p. 43.
- p. 356 Lucrurile au stat cam la fel și în mediul marin: Gould, *Eight Little Piggies*, p. 304.
- p. 356 „Cumva nu ne satisface ideea de a le numi pur și simplu «norocoase»”: Fortey, *Life*, p. 292.
- p. 357 perioada imediat următoare dispariției dinozaurilor ar putea fi foarte bine numită Epoca Țestoaselor: Flannery, *The Eternal Frontier*, p. 39.
- p. 358 „Este foarte posibil ca evoluția să nu agreeze deloc vidul, dar uneori este nevoie de o vreme îndelungată pentru a-l umple”: Stanley, *Extinction*, p. 92.
- p. 358 Timp îndelungat, poate chiar zece milioane de ani, mamiferele și-au păstrat cu prudență dimensiunile mici:

Novacek, *Time Traveler*, p. 112.

- p. 358 O vreme, au existat cobai de dimensiunile unui rinocer și rinoceri de dimensiunile unei case cu două etaje: Dawkins, *The Blind Watchmaker*, p. 102.
- p. 358 Milioane de ani, o pasăre carnivoră gigantică nezburătoare, numită *Titanis*, a fost probabil cea mai feroce creatură din America de Nord: Flannery, *The Eternal Frontier*, p. 138.
- p. 358 construit în 1903 la Pittsburgh și oferit muzeului de Andrew Carnegie: Colbert, *The Great Dinosaur Hunters and their Discoveries*, p. 164.
- p. 359 Până foarte de curând, tot ce știam despre dinozaurii din această perioadă provenea de la circa trei sute de specimene: Powell, *Night Comes to the Cretaceous*, pp. 168-169.
- p. 359 „Nu avem niciun motiv să credem că dinozaurii se stingeau treptat”: BBC *Horizon*, „Crater of Death”, difuzat pentru prima oară în 6 mai 2001.
- p. 360 „Oamenii sunt astăzi aici pentru că exact linia noastră de descendență nu s-a fracturat niciodată”: Gould, *Eight Little Piggies*, p. 229.

Capitolul 23

Bogăția existenței

- p. 361 Camera de conservare în alcool conține, ea singură, peste 20 km de rafturi pline, borcan după borcan, cu animale conservate în alcool metilic: Thackray și Press, *The Natural History Museum*, p. 90.

- p. 362 la patruzeci și patru de ani după încheierea expediției: Thackray și Press, *The Natural History Museum*, p. 74.
- p. 363 publicată în 1956 și prezintă încă pe rafturile a numeroase librării, fiind aproape unica tentativă: Conard, *How to Know the Mosses and Liverworts*, p. 5.
- p. 363 „Adevărata diversitate o întâlnești la tropice”: interviu cu Len Ellis, Muzeul de Istorie Naturală din Londra, 18 aprilie 2002.
- p. 366 a cercetat meticulos prin balotul de nutreț trimis ca hrană pentru animalele de pe navă și a făcut noi descoperiri: Barber, *The Heyday of Natural History: 1820-1870*, p. 17.
- p. 367 A denumit părțile unei specii de scoici: Gould, *Leonardo's Mountain of Clams and the Diet of Worms*, p. 79.
- p. 368 „dragostea coboară până și asupra acestor plante. Masculi și femele... se prind în jocul nupțial”: citat de Gjertsen, *The Classics of Science*, p. 237, și pe site-ul University of California/UCMP Berkeley.
- p. 368 Linnaeus i-a scurtat codițele până la *Physalis angulata*: Kastner, *A Species of Eternity*, p. 31.
- p. 368 Prima ediție a mării sale lucrări *Systema Naturae*: Gjertsen, *The Classics of Science*, p. 223.
- p. 369 *Historia Generalis Plantarum*, în trei volume, a lui John Ray: Durant, *The Age of Louis XIV*, p. 519.
- p. 369 la momentul potrivit pentru a-l transforma pe Linnaeus într-un fel de părinte fondator pentru naturaliștii englezi: Thomas, *Man and the Natural World*, p. 65.
- p. 369 acceptând cu naivitate descrieri din partea unor marinari și a altor călători cu imaginație: Schwartz, *Sudden Origins*, p. 59.

- p. 369 el și-a dat seama că balenele aparțin, alături de vaci, șoareci și alte animale terestre cunoscute, ordinului patrupedelor (denumit mai târziu al mamiferelor): Schwartz, *Sudden Origins*, p. 59.
- p. 369 printre denumirile populare regăsim *bășina-porcului*, *țâța-vacii*: Thomas, *Man and the Natural World*, pp. 82-85.
- p. 371 în vreme ce Edward O. Wilson, în *The Diversity of Life* (*Diversitatea vieții*), plasează numărul la un neașteptat de consistent optzeci și nouă: Wilson, *The Diversity of Life*, p. 157.
- p. 372 au fost transferate, în ciuda strigătelor mânioase de protest, în genul *Pelargonium*: Elliott, *The Potting-Shed Papers*, p. 18.
- p. 373 Estimările se încadrează între trei milioane și două sute de milioane: Audubon, „Earth's Catalogue”, ianuarie-februarie 2002; Wilson, *The Diversity of Life*, p. 132.
- p. 373 până la 97% dintre speciile de plante și animale ale planetei să nu fi fost încă descoperite: *Economist*, „A Golden Age of Discovery”, 23 decembrie 1996, p. 56.
- p. 373 el estimează numărul speciilor cunoscute de toate tipurile – plante, insecte, microbi, alge, totul – la 1,4 milioane: Wilson, *The Diversity of Life*, p. 133.
- p. 373 Alți specialiști au plasat numărul speciilor cunoscute puțin mai sus, între 1,5 milioane și 1,8 milioane: *US News and World Report*, 18 august 1997, p. 78.
- p. 373 Groves a avut nevoie de patru decenii pentru a descâlci totul: *New Scientist*, „Monkey Puzzle”, 6 octombrie 2001, p. 54.
- p. 374 numai aproximativ 15.000 de specii noi de toate tipurile sunt înregistrate în fiecare an: *Wall Street Journal*,

„Taxonomists Unite to Catalog Every Species, Big and Small”, 22 ianuarie 2001.

- p. 374 „Nu e o criză a biodiversității, este o criză a taxonomiștilor!”: interviu cu Koen Maes, National Museum, Nairobi, 2 octombrie 2002.
- p. 375 „multe specii sunt descrise prost în publicații izolate”: *Nature*, „Challenges for Taxonomy”, 2 mai 2002, p. 17.
- p. 375 a lansat o agenție numită Fundația Tuturor Speciilor: *The Times*, „The List of Life on Earth”, 30 iulie 2001.
- p. 375 salteaua dumneavoastră oferă adăpost la aproape două milioane de acarieni microscopici: Bodanis, *The Secret House*, p. 16.
- p. 376 ca să-l cităm pe cel care chiar a făcut măsurătorile, doctorul John Maunder de la Centrul Britanic de Entomologie Medicală: *New Scientist*, „Bugs Bite Back”, 17 februarie 2001, p. 48.
- p. 376 Acești acarieni s-au foit probabil în jurul nostru din vremuri imemorabile: Bodanis, *The Secret House*, p. 15.
- p. 376 Probabil că moștră dumneavoastră va conține de asemenea un milion de tipuri de drojdie: *National Geographic*, „Bacteria”, august 1993, p. 39.
- p. 377 „Dacă în două grămăjoare de sol din două localități din Norvegia există peste 9.000 de tipuri de microbi, câte altele mai așteaptă să fie descoperite în alte habitate, radical diferite?”: Wilson, *The Diversity of Life*, p. 144.
- p. 377 potrivit unor estimări, ar putea fi până la patru sute de milioane: Tudge, *The Variety of Life*, p. 8.
- p. 377 a descoperit o mie de noi specii de plante cu flori: Wilson, *The Diversity of Life*, p. 197.

- p. 377 În ansamblu, pădurile tropicale umede acoperă numai 6% din suprafața Pământului: Wilson, *The Diversity of Life*, p. 197.
- p. 378 „peste trei miliarde și jumătate de ani de evoluție”: *Economist*, „Biotech’s Secret Garden”, 30 mai 1998, p. 75.
- p. 378 o bacterie străveche a fost găsită pe zidul unei taverna de la țară: Fortey, *Life*, p. 75.
- p. 378 au fost identificate circa 500 de specii (deși alte surse spun 360): Ridley, *The Red Queen*, p. 54.
- p. 378 Dacă adunăm toți fungii dintr-un hectar obișnuit de pășune: Attenborough, *The Private Life of Plants*, p. 177.
- p. 379 dar se crede că numărul total ar ajunge până la 1,8 milioane: *National Geographic*, „Fungi”, august 2000, p. 60; Leakey și Lewin, *The Sixth Extinction*, p. 117.
- p. 379 Enorma pasăre nezburătoare din Noua Zeelandă numită takahē: Flannery și Schouten, *A Gap in Nature*, p. 2.
- p. 379 Locuitorii văii au fost uluiți să afle că acest cal este considerat o raritate în restul lumii: *New York Times*, „A Stone-Age Horse Still Roams a Tibetan Plateau”, 12 noiembrie 1995.
- p. 379 „crede că megateriul, un fel de leneș gigantic de pământ, care ar putea ajunge la înălțimea unei girafe”: *Economist*, „A World to Explore”, 23 decembrie 1995, p. 95.
- p. 380 Un singur rând de text dintr-un tabel al lui Crampton: Gould, *Eight Little Piggies*, pp. 32-34.
- p. 380 a mers pe jos 4.000 km ca să obțină o colecție de 300.000 de viespi: Gould, *The Flamingo’s Smile*, pp. 159-160.

Celulele

- p. 382 ar trebui să luăm un număr de componente aproximativ egal cu cele care alcătuiesc un avion de linie Boeing 777: *New Scientist*, 2 decembrie 2000, p. 37.
- p. 383 abia dacă pricepem ce fac cel mult 2% dintre ele: Brown, *The Energy of Life*, p. 83.
- p. 383 La început a fost un mister, dar apoi cercetătorii au început să-l găsească peste tot: Brown, *The Energy of Life*, p. 229.
- p. 384 Este transformată în oxid de azot în fluxul sangvin, relaxând mușchii de-a lungul vaselor și permițându-i sângelui să circule mai ușor: Alberts *et al.*, *Essential Cell Biology*, p. 489.
- p. 384 Sunteți posesorii „câtorva sute bune” de tipuri diferite de celule: de Duvé, *A Guided Tour of the Living Cell*, vol. 1, p. 21.
- p. 384 Dacă sunteți un adult de dimensiuni medii, cărați după dumneavoastră un bagaj de vreo două kilograme și ceva de piele moartă: Bodanis, *The Secret Family*, p. 106.
- p. 384 Celulele hepatice pot supraviețui ani de zile: de Duvé, *A Guided Tour of the Living Cell*, vol. 1, p. 68.
- p. 385 nici măcar o moleculă rătăcită: Bodanis, *The Secret Family*, p. 81.
- p. 385 Hooke a calculat că șase centimetri pătrați de plută ar conține 1.259.712.000 de astfel de cămăruțe minuscule: Nuland, *How We Live*, p. 100.
- p. 386 După ce a înștiințat că a descoperit „animalcule” într-o mostră de supă în 1676: Jardine, *Ingenious Pursuits*, p. 93.

- p. 386 A calculat că existau 8.280.000 de astfel de ființe minuscule într-o singură picătură de apă: Thomas, *Man and the Natural World*, p. 167.
- p. 387 A numit micuțele creaturi „homunculi”: Schwartz, *Sudden Origins*, p. 167.
- p. 387 Într-unul din cele mai nereușite experimente ale sale: Carey (ed.), *The Faber Book of Science*, p. 28.
- p. 387 Abia în 1839 s-a găsit o persoană care să își dea seama că absolut *toată* materia vie este alcătuită din celule: Nuland, *How We Live*, p. 101.
- p. 387 Celula a fost comparată cu nenumărate lucruri: Trefil, *101 Things You Don't Know About Science and No One Else Does Either*, p. 33; Brown, *The Energy of Life*, p. 78.
- p. 388 Însă dacă mărim scara, aceasta se traduce printr-o scuturătură măsurată la douăzeci de milioane de volți pe metru: Brown, *The Energy of Life*, p. 87.
- p. 388 are o consistență „cam ca a unui ulei de motor mai subțire”: Nuland, *How We Live*, p. 103.
- p. 388 se lovesc unele de altele în zbor de până la un miliard de ori pe secundă: Brown, *The Energy of Life*, p. 80.
- p. 389 „lumea moleculară trebuie să rămână în totalitate dincolo de granițele imaginației noastre”: de Duvé, *A Guided Tour of the Living Cell*, vol. 2, p. 293.
- p. 389 tot ajungem la un total minim de o sută de milioane de molecule de proteine în fiecare celulă: Nuland, *How We Live*, p. 157.
- p. 390 Aproape în orice moment, o celulă obișnuită din corpul dumneavoastră deține circa un miliard de molecule de ATP: Alberts *et al.*, *Essential Cell Biology*, p. 110.

- p. 390 În fiecare zi produceți și epuizați un volum de ATP echivalent cu circa jumătate din greutatea corpului dumneavoastră: *Nature*, „Darwin’s Motors”, 2 mai 2002, p. 25.
- p. 390 În medie, la oameni apare o transformare malignă fatală la fiecare sută de milioane de miliarde de divizări celulare: Ridley, *Genome*, p. 237.
- p. 392 ceea ce s-a numit „cea mai bună idee de sine stătătoare care i-a venit cuiva vreodată”: Dennett, *Darwin’s Dangerous Idea*, p. 21.

Capitolul 25

Noțiunea singulară a lui Darwin

- p. 393 „Toată lumea este interesată de porumbei”: citat în Boorstin, *Cleopatra’s Nose*, p. 176.
- p. 393 „Nu te interesează decât vânătoarea, câinii și prinderea șobolanilor”: citat în Boorstin, *The Discoverers*, p. 467.
- p. 394 a asistat la operația suferită de un copil pe bună dreptate înspăimântat: Desmond și Moore, *Darwin*, p. 27.
- p. 394 „la limita nebuniei”: Hamblyn, *The Invention of Clouds*, p. 199.
- p. 395 În cei cinci ani petrecuți în compania lui Darwin, acesta nu făcuse niciodată vreo aluzie la logodnă: Desmond și Moore, *Darwin*, p. 197.
- p. 395 care sugera, deloc întâmplător, că atolii nu se pot forma în mai puțin de un milion de ani: Moorehead, *Darwin and the Beagle*, p. 191.
- p. 395 Abia după ce tânărul Darwin s-a întors în Anglia și a citit *Essay on the Principle of Population*: Gould, *Ever Since*

Darwin, p. 21.

- p. 396 „Ce prost am fost că nu m-am gândit la asta!”: citat în *Sunday Telegraph*, „The Origin of Darwin’s Genius”, 8 decembrie 2002.
- p. 396 John Gould, prietenul său ornitolog: Desmond și Moore, *Darwin*, p. 209.
- p. 397 și-a dezvoltat ideile într-o „schiță” de 230 de pagini: *Dictionary of National Biography*, vol. 5, p. 526.
- p. 397 „Urăsc ciripelele cum nu le-a mai urât cineva vreodată”: citat în Ferris, *Coming of Age in the Milky Way*, p. 239.
- p. 398 Unii s-au întrebat chiar dacă nu cumva autorul fusese Darwin însuși: Barber, *The Heyday of Natural History*, p. 214.
- p. 398 „tot nu ar fi putut scrie un rezumat mai clar”: *Dictionary of National Biography*, vol. 5, p. 528.
- p. 398 „În vara aceasta se împlinesc douăzeci de ani (!) de când am făcut primele însemnări”: Desmond și Moore, *Darwin*, pp. 454-455.
- p. 399 „atât cât însemna ea, va fi anulată”: Desmond și Moore, *Darwin*, p. 469.
- p. 399 „tot ce era nou în ele era fals, iar tot ce era adevărat era vechi”: citat în Gribbin și Cherfas, *The First Chimpanzee*, p. 150.
- p. 400 Mult mai puțin îngăduitor față de pretenția lui Darwin la întâietate s-a dovedit a fi un grădinar scoțian pe nume Patrick Matthew: Gould, *The Flamingo’s Smile*, p. 336.
- p. 400 Vorbea despre sine ca fiind „capelanul diavolului”: Cadbury, *Terrible Lizard*, p. 305.

- p. 400 echivala cu „mărturisirea unei crime”: citat în Desmond și Moore, *Darwin*, p. XVI.
- p. 401 „Pentru moment, nu avem altă soluție decât să considerăm situația drept inexplicabilă”: Gould, *Wonderful Life*, p. 57.
- p. 401 În locul unei explicații, el a speculat: Gould, *Ever Since Darwin*, p. 126.
- p. 401 „Darwin merge prea departe”: citat în McPhee, *In Suspect Terrain*, p. 190.
- p. 401 Huxley era saltionist: Schwartz, *Sudden Origins*, pp. 81-82.
- p. 402 „Și în ziua de azi, ochiul îmi dă fiori reci”: citat în Keller, *The Century of the Gene*, p. 97.
- p. 402 „Mărturisesc fără ezitare că pare neverosimil până la absurd” ca selecția naturală să fi putut produce un astfel de instrument în etape succesive: Darwin, *On the Origin of Species* (ed. facsimil), p. 217.
- p. 402 „într-un final, Darwin a pierdut practic toată susținerea de care se mai bucura în rândurile confrăților naturaliști și geologi”: Schwartz, *Sudden Origins*, p. 89.
- p. 403 Avea o bibliotecă de 20.000 de volume: Lewontin, *It Ain't Necessarily So*, p. 91.
- p. 405 Iar în ce îl privește pe Darwin, se știe că a studiat influența lucrare a lui Focke: Ridley, *Genome*, p. 44.
- p. 405 Huxley fusese rugat insistent să participe de către Robert Chambers: Trinkaus și Shipman, *The Neandertals*, p. 79.
- p. 405 și-a croit cu îndârjire drum prin două ore chinuitoare de remarci introductive: Clark, *The Survival of Charles Darwin*, p. 142.

- p. 406 Unul dintre experimente consta în a le cânta acestora la pian: Conniff, *Spineless Wonders*, p. 147.
- p. 407 Întrucât se căsătorise cu verișoara sa: Desmond și Moore, *Darwin*, p. 575.
- p. 407 Darwin a fost adesea omagiat și premiat în timpul vieții sale, dar niciodată pentru *Originea speciilor*: Clark, *The Survival of Charles Darwin*, p. 148.
- p. 407 Teoria lui Darwin a fost cu adevărat acceptată la scară largă abia prin anii 1930 și 1940: Tattersall și Schwartz, *Extinct Humans*, p. 45.
- p. 407 părea hotărât să își însușească ideile novatoare ale lui Mendel: Schwartz, *Sudden Origins*, p. 187.

Capitolul 26

Din ce-i făcută viața

- p. 410 „în mare, o bază azotată din nucleotidă la o mie”: Sulston și Ferry, *The Common Thread*, p. 198.
- p. 410 Excepțiile sunt globulele roșii din sânge, câteva celule din sistemul imunitar, precum și ovulele și spermatozoizii: Woolfson, *Life without Genes*, p. 12.
- p. 411 „ceea ce ne garantează unicitatea în fața oricărui joc al hazardului”: de Duve, *A Guided Tour of the Living Cell*, vol. 2, p. 314.
- p. 411 ar ajunge cât să-l întindem de la Pământ la Lună și înapoi, nu o dată sau de două ori, ci de multe, foarte multe ori: Dennett, *Darwin's Dangerous Idea*, p. 151.
- p. 411 s-ar putea să aveți în total până la douăzeci de milioane de kilometri de ADN bine răsucit în interior: Gribbin și Gribbin, *Being Human*, p. 8.

- p. 411 „printre moleculele cele mai nonreactive, inerte din punct de vedere chimic, din lumea vie”: Lewontin, *It Ain't Necessarily So*, p. 142.
- p. 411 A fost descoperit încă din, luați aminte, 1869: Ridley, *Genome*, p. 48.
- p. 412 ADN-ul nu făcea nimic: Wallace *et al.*, *Biology*, p. 211.
- p. 412 Complexitatea necesară explicării vieții trebuia să fie dată de proteinele aflate în nucleu, toată lumea era convinsă de acest lucru: de Duvé, *A Guided Tour of the Living Cell*, vol. 2, p. 295.
- p. 413 Într-un mic laborator (care, inevitabil de altfel, a devenit cunoscut drept Camera Musculițelor): Clark, *The Survival of Charles Darwin*, p. 259.
- p. 414 întrebarea „Ce sunt genele – sunt reale sau fictive?” era încă un subiect de dezbatere: Keller, *The Century of the Gene*, p. 2.
- p. 414 astăzi ne aflăm pe o poziție similară în raport cu procese mentale precum gândirea și memoria: Wallace *et al.*, *Biology*, p. 211.
- p. 415 Chargaff a sugerat, mai în glumă, mai în serios, că descoperirea lui Avery valora cât două Premii Nobel: Maddox, *Rosalind Franklin*, p. 327.
- p. 415 inclusiv, se spune, făcând lobby pe lângă autorități [...] ca Avery să nu primească Premiul Nobel: White, *Rivals*, p. 251.
- p. 415 participant la un program de radio foarte popular numit *The Quiz Kids*: Judson, *The Eighth Day of Creation*, p. 46.
- p. 416 „Nutream speranța că gena poate fi deslușită fără să învăț niciun pic de chimie”: Watson, *The Double Helix*, p.

21.

- p. 416 ale căror rezultate fuseseră obținute „fortuit”: Jardine, *Ingenious Pursuits*, p. 356.
- p. 417 Într-un portret deloc flatant: Watson, *The Double Helix*, p. 17.
- p. 417 „ofensatoare în mod gratuit”: Jardine, *Ingenious Pursuits*, p. 354.
- p. 418 Spre disperarea și jena lui Wilkins, după cum ne putem imagina, în vara lui 1952 Franklin a afișat o notiță batjocoritoare: White, *Rivals*, p. 257; Maddox, *Rosalind Franklin*, p. 185.
- p. 418 „după toate aparențele, fără cunoștința sau consimțământul ei”: site-ul PBS, „A Science Odyssey”, f.d.
- p. 418 Ani mai târziu, Watson a recunoscut că acesta „a fost evenimentul-cheie... care ne-a mobilizat”: citat în Maddox, *Rosalind Franklin*, p. 317.
- p. 419 un articol de nouă sute de cuvinte scris de Watson și de Crick și intitulat „O structură pentru acidul nucleic dezoxiribozic”: de Duvé, *A Guided Tour of the Living Cell*, vol. 2, p. 290.
- p. 419 A fost menționată pe scurt în „The News Chronicle” și complet ignorată de restul lumii: Ridley, *Genome*, p. 50.
- p. 419 Franklin rareori purta șorț de plumb și de multe ori se așeza nepăsătoare în fața fasciculului: Maddox, *Rosalind Franklin*, p. 144.
- p. 419 „A fost nevoie de mai bine de douăzeci și cinci de ani pentru ca modelul nostru de ADN să treacă de la a fi oarecum plauzibil la foarte plauzibil”: Crick, *What Mad Pursuit*, pp. 73-74.

- p. 419 în 1968 publicația *Science* își permitea deja să includă un articol intitulat „Așa a fost povestea biologiei moleculare”: Keller, *The Century of the Gene*, p. 25.
- p. 420 În această privință, seamănă oarecum cu clapele unui pian, fiecare cântând o singură notă și nimic altceva: *National Geographic*, „Secrets of the Gene”, octombrie 1995, p. 55.
- p. 420 De exemplu, guanina conține aceeași substanță care se regăsește din belșug în guano, îngrășământul fosil de la care își trage și numele: Pollack, *Signs of Life*, pp. 22-23.
- p. 422 „că oamenii, în totalitatea lor, nu au nimic în comun și ar fi la fel de corect”: *Discover*, „Bad Genes, Good Drugs”, aprilie 2002, p. 54.
- p. 422 „există cu unicul și banalul scop de a se înmulți”: Ridley, *Genome*, p. 127.
- p. 423 În total, aproape jumătate dintre genele umane – cea mai mare proporție cunoscută în vreun organism – nu fac absolut nimic, din câte știm noi: Woolfson, *Life without Genes*, p. 18.
- p. 422 ADN-ul rezidual are și el o utilizare: *National Geographic*, „The New Science of Identity”, mai 1992, p. 118.
- p. 423 „Imperiile cad, eurile explodează, se scriu mari simfonii, iar dincolo de toate acestea se află un unic instinct care se cere satisfăcut”: Nuland, *How We Live*, p. 158.
- p. 423 Și iată că două creaturi care nu avuseseră niciun strămoș comun în ultimii cinci sute de milioane de ani: *BBC Horizon*, „Hopeful Monsters”, prima difuzare în 1998.
- p. 424 Cel puțin 90% se corelează la un anumit nivel cu cele ale șoarecilor: *Nature*, „Sorry, dogs – man’s got a new best

friend”, 19-26 decembrie 2002, p. 734.

- p. 424 Avem chiar gene identice pentru a produce o coadă, dacă acestea ar fi activate: *Los Angeles Times* (republicat în *Valley News*), 9 decembrie 2002.
- p. 424 care au fost numite gene homeotice (de la cuvântul grecesc care înseamnă „același”) sau gene Hox: BBC *Horizon*, „Hopeful Monsters”, prima difuzare în 1998.
- p. 424 Noi avem patruzeci și șase de cromozomi, dar există ferigi care au mai mult de șase sute: Gribbin și Cherfas, *The First Chimpanzee*, p. 53.
- p. 424 Peștele dipnoi (peștele cu plămâni), unul dintre cele mai puțin evaluate dintre toate animalele complexe, are de patruzeci de ori mai mult ADN decât noi: Schopf, *Cradle of Life*, p. 240.
- p. 425 Apogeul (sau nadirul) acestei credințe în biodeterminism l-a reprezentat probabil un studiu publicat de revista *Science* în 1980: Lewontin, *It Ain't Necessarily So*, p. 215.
- p. 425 De exemplu, viteza cu care crește barba unui bărbat depinde parțial de cât de mult se gândește la sex: *Wall Street Journal*, „What Distinguishes Us from the Chimps? Actually, Not Much”, 12 aprilie 2002, p. 1.
- p. 426 „Din nefericire, proteomul este mult mai complicat decât genomul”: *Scientific American*, „Move Over, Human Genome”, aprilie 2002, pp. 44-45.
- p. 426 În funcție de dispoziție și de circumstanțele metabolice, se vor lăsa fosforilate, glicosilate, acetilate, ubiquitinate: *The Bulletin*, „The Human Enigma Code”, 21 august 2001, p. 32.

- p. 426 Un singur pahar de vin băut [...] va modifica fizic numărul și tipurile de proteine din organismul dumneavoastră: *Scientific American*, „Move Over, Human Genome”, aprilie 2002, pp. 44-45.
- p. 427 „Orice este adevărat despre E. coli trebuie să fie adevărat și pentru elefanți, numai că într-o măsură mai mare”: *Nature*, „From E. coli to Elephants”, 2 mai 2002, p. 22.

Capitolul 27

E vremea ghețurilor

- p. 431 La Londra, *The Times* a publicat o scurtă relatare: Williams, *Surviving Galeras*, p. 198.
- p. 431 Nu s-a mai făcut primăvară și nici căldura nu a mai venit în vară: Officer și Page, *Tales of the Earth*, pp. 3-6.
- p. 432 Un naturalist francez pe nume de Luc: Hallam, *Great Geological Controversies*, p. 89.
- p. 432 și celelalte numeroase indicii care ne semnalau trecerea straturilor de gheață: Hallam, *Great Geological Controversies*, p. 90.
- p. 433 Naturalistul Jean de Charpentier povestea cum: Hallam, *Great Geological Controversies*, p. 90.
- p. 433 I-a împrumutat notițele lui Agassiz: Hallam, *Great Geological Controversies*, pp. 92-93.
- p. 433 Humboldt [...] a făcut observația că o descoperire științifică trece prin trei etape: Ferris, *The Whole Shebang*, p. 173.
- p. 434 În încercarea sa de a înțelege dinamica glaciațiunilor, a mers peste tot: McPhee, *In Suspect Terrain*, p. 182.

- p. 434 William Hopkins, profesor la Cambridge și membru de seamă al Societății Geologice: Hallam, *Great Geological Controversies*, p. 98.
- p. 436 A început să vadă dovezi ale trecerii ghețarilor practic oriunde își întorcea ochii: Hallam, *Great Geological Controversies*, p. 99.
- p. 436 În final, a ajuns să fie convins că, la un moment dat, gheața acoperise întregul Pământ: Gould, *Time's Arrow*, p. 115.
- p. 436 În 1873, la moartea sa, Universitatea Harvard a considerat necesar să numească trei profesori pentru a-i lua locul: McPhee, *In Suspect Terrain*, p. 197.
- p. 436 La mai puțin de un deceniu de la moartea sa: McPhee, *In Suspect Terrain*, p. 197.
- p. 437 În următorii douăzeci de ani, chiar și în perioada vacanțelor: Gribbin și Gribbin, *Ice Age*, p. 51.
- p. 438 Köppen a decis că rădăcinile glaciațiunilor trebuie căutate în verile reci, și nu în iernile aspre: Chorlton, *Ice Ages*, p. 101.
- p. 438 „Nu neapărat *cantitatea* de zăpadă este cea care conduce la acumularea straturilor de gheață, ci faptul că zăpada, oricât de puțină, rămâne acolo”: Schultz, *Ice Age Lost*, p. 72.
- p. 438 „Procesul se autoperpetuează”: McPhee, *In Suspect Terrain*, p. 205.
- p. 438 „ar fi fost foarte greu să găsești un geolog sau un meteorolog care să considere modelul ceva mai mult decât o curiozitate istorică”: Gribbin și Gribbin, *Ice Age*, p. 60.
- p. 439 Realitatea este că ne aflăm încă într-o glaciațiune: Schultz, *Ice Age Lost*, p. 5.

- p. 439 situație care s-ar putea dovedi unică în istoria Pământului: Gribbin și Gribbin, *Fire on Earth*, p. 147.
- p. 439 se pare că am traversat cel puțin șaptesprezece episoade glaciare severe în ultimii circa două milioane și jumătate de ani: Flannery, *The Eternal Frontier*, p. 148.
- p. 440 ne putem aștepta la încă aproximativ cincizeci de episoade glaciare: McPhee, *In Suspect Terrain*, p. 4.
- p. 440 Până acum 50 de milioane de ani, Pământul nu trecea prin perioade glaciare regulate: Stevens, *The Change in the Weather*, p. 10.
- p. 440 criogen sau superglaciațiunea: McGuire, *A Guide to the End of the World*, p. 69.
- p. 440 Ne putem imagina că întreaga suprafață a planetei era înghețată bocnă: *Valley News* (din *Washington Post*), „The Snowball Theory”, 19 iunie 2000, p. C1.
- p. 441 cea mai de temut vreme imaginabilă: transcriere BBC *Horizon*, „Snowball Earth”, difuzat la 22 februarie 2001, p. 7.
- p. 442 eveniment cunoscut în istoria științei drept Younger Dryas: Stevens, *The Change in the Weather*, p. 34.
- p. 443 „ultimul lucru pe care ți-l dorești este să desfășori asupra lui un experiment vast, imposibil de controlat”: *New Yorker*, „Ice Memory”, 7 ianuarie 2002, p. 36.
- p. 443 Motivul ar fi că o ușoară încălzire ar crește rata evaporării: Schultz, *Ice Age Lost*, p. 72.
- p. 444 Nu mai puțin curioase sunt câteva tipuri cunoscute de dinozauri târzii: Drury, *Stepping Stones*, p. 268.
- p. 444 În Australia – care la acea vreme avea o orientare mai polară –, retragerea către climate mai calde era imposibilă:

Thomas H. Rich, Patricia Vickers-Rich și Roland Gangloff, „Polar Dinosaurs”, manuscris, f.d.

- p. 444 acum au și mai multă apă din care să se aprovizioneze: Schultz, *Ice Age Lost*, p. 159.
- p. 444 În acest caz, nivelul mării la scară globală ar crește – și încă destul de rapid – în medie cu 4,5 până la 6 metri: Ball, *H₂O*, p. 75.
- p. 445 „a avut o bună glaciațiune?": Flannery, *The Eternal Frontier*, p. 267.

Capitolul 28

Misteriosul biped

- p. 446 Chiar înainte de Crăciunul lui 1887: *National Geographic*, mai 1997, p. 87.
- p. 447 descoperiți cu puțin timp înainte de muncitorii de la căile ferate, într-o peșteră de lângă stânca numită Cro-Magnon: Tattersall și Schwartz, *Extinct Humans*, p. 149.
- p. 447 Prima descriere formală: Trinkaus și Shipman, *The Neandertals*, p. 173.
- p. 447 Așadar, renumele și recunoașterea pentru descoperirea primelor rămășițe de oameni străvechi i-au revenit Văii Neander din Germania: Trinkaus și Shipman, *The Neandertals*, pp. 3-6.
- p. 447 Auzind asta, englezul T.H. Huxley a constatat sec: Trinkaus și Shipman, *The Neandertals*, p. 59.
- p. 448 Nu s-a apucat să sape el însuși, ci a folosit cincizeci de pușcăriași pe care i-i împrumutase autoritatea olandeză: Gould, *Eight Little Piggies*, pp. 126-127.

- p. 448 Mulți antropologi cred că el chiar este actual și că nu are nimic de-a face cu Omul de Java: Walker și Shipman, *The Wisdom of the Bones*, p. 39.
- p. 448 Dacă însă este un femur de *erectus*, nu seamănă cu niciun altul găsit de atunci încoace: Trinkaus și Shipman, *The Neandertals*, p. 144.
- p. 448 De asemenea, pornind numai de la o bucățică de craniu și de la un dinte, el a produs un model complet de craniu, care s-a dovedit la rândul său aproape incredibil de exact: Trinkaus și Shipman, *The Neandertals*, p. 154.
- p. 449 Spre disperarea lui Dubois, Schwalbe a produs, pornind de la mulaj, o monografie: Walker și Shipman, *The Wisdom of the Bones*, p. 42.
- p. 449 Dart și-a dat seama imediat că acel craniu din Taung nu aparținea unui *Homo erectus*: Walker și Shipman, *The Wisdom of the Bones*, p. 74.
- p. 450 îi îngropa uneori în curtea din spatele casei sale, ca să-i dezgroape mai târziu pentru cercetări: Trinkaus și Shipman, *The Neandertals*, p. 233.
- p. 450 Dart și-a petrecut cinci ani lucrând la o monografie, dar nu a găsit pe nimeni care să i-o publice: Lewin, *Bones of Contention*, p. 82.
- p. 450 Ani de-a rândul, craniul [...] a stat pe biroul unui coleg, ca prespapier: Walker și Shipman, *The Wisdom of the Bones*, p. 93.
- p. 450 a descoperit un unic molar fosilizat și, exclusiv pe baza lui, a anunțat cu o strălucită intuiție descoperirea lui *Sinanthropus pekinensis*: Swisher et al., *Java Man*, p. 75.
- p. 451 ca să descopere apoi cu oroare că aceștia spărseseră cu un entuziasm debordant bucățile mari în unele mai mici:

Swisher *et al.*, *Java Man*, p. 77.

- p. 451 Oamenii de Ngandong au fost cunoscuți sub diverse nume: *Homo soloensis*, *Homo primigenius asiaticus*: Swisher *et al.*, *Java Man*, p. 211.
- p. 451 F. Clark Howell de la Universitatea din Chicago, la sugestiile lui Ernst Mayr și ale altora din deceniul precedent, a propus în 1960: Trinkaus și Shipman, *The Neandertals*, pp. 267-268.
- p. 452 deducțiile noastre despre preistoria umană se bazează pe rămășițele, de multe ori excesiv de fragmentate, a mai puțin de cinci mii de indivizi: *Washington Post*, „Skull Raises Doubts about our Ancestry”, 22 martie 2001.
- p. 452 „Ar încăpea totul într-o camionetă, dacă nu te deranjează un pic de înghesuială”: interviu cu Ian Tattersall, American Museum of Natural History, New York, 6 mai 2002.
- p. 453 ar trebui să ajungem la concluzia că unelte de mână timpurii au fost făcute de cele mai multe ori de antilope: Walker și Shipman, *The Wisdom of the Bones*, p. 66.
- p. 453 ele indică ritmuri și direcții de evoluție diferite pentru bărbați și femei: Walker și Shipman, *The Wisdom of the Bones*, p. 194.
- p. 453 o tratează ca pe un fel de „specie coș de gunoi”: Tattersall și Schwartz, *Extinct Humans*, p. 111.
- p. 454 „Este remarcabil cât de des se întâmplă ca primele interpretări ale unor dovezi noi să confirme prejudecățile descoperitorului”: Gribbin și Cherfas, *The First Chimpanzee*, p. 60.
- p. 454 „Dintre toate disciplinele științifice, paleoantropologia beneficiază probabil de cele mai umflate orgolii”: Swisher

et al., Java Man, p. 17.

- p. 454 În prima parte, circa 99,99999% din istoria noastră ca organisme, am aparținut aceleiași linii ancestrale cu cimpanzeii: Tattersall, *The Human Odyssey*, p. 60.
- p. 455 „Este cel mai străvechi strămoș al nostru, veriga lipsă dintre maimuță și om”: PBS *Nova*, „In Search of Human Origins”, prima difuzare în august 1999.
- p. 455 Johanson a răspuns senin că a scăzut cele 106 oase ale mâinilor și picioarelor: Walker și Shipman, *The Wisdom of the Bones*, p. 147.
- p. 457 „Sistemul locomotor al lui Lucy și al celor din neamul ei nu seamăna în niciun fel cu cel al omului modern”: Tattersall, *The Monkey in the Mirror*, p. 88.
- p. 457 „Acești hominizi nu erau obligați să folosească mersul biped decât atunci când erau nevoiți să călătorească între două habitate arboricole”: Tattersall și Schwartz, *Extinct Humans*, p. 111.
- p. 457 „Lucy are șoldurile și structura musculară a pelvisului de așa natură”: *National Geographic*, „Face-to-Face with Lucy’s Family”, martie 1996, p. 114.
- p. 457 Unul, găsit de Meave Leakey, aparținând faimoasei familii de vânători de fosile, la Lacul Turkana, în Kenya: *New Scientist*, 24 martie 2001, p. 5.
- p. 457 a devenit cel mai vechi hominid găsit vreodată – dar numai pentru scurtă vreme: *Nature*, „Return to the Planet of the Apes”, 12 iulie 2001, p. 131.
- p. 457 În vara lui 2002, o echipă franceză care lucra în deșertul Djurab din Ciad [...] a descoperit un hominid de aproape șapte milioane de ani vechime: *Scientific American*, „An Ancestor to Call our Own”, ianuarie 2003, pp. 54-63.

- p. 458 Unii critici consideră că nu este un om, ci o maimuță timpurie: *Nature*, „Face to Face with Our Past”, 19-26 decembrie 2002, p. 735.
- p. 458 dar când ești un australopitec mic și vulnerabil cu un creier cam de mărimea unei portocale, riscul trebuie să fi fost enorm: Stevens, *The Change in the Weather*, p. 3; Drury, *Stepping Stones*, pp. 335-336.
- p. 458 „cât pădurea i-a părăsit pe ei”: Gribbin și Gribbin, *Being Human*, p. 135.
- p. 458 Dimensiunile absolute ale creierului: Gould, *Ever Since Darwin*, pp. 181-183.
- p. 459 Vreme de peste trei milioane de ani, Lucy și tovarășii ei australopiteci aproape că nu s-au schimbat: PBS *Nova*, „In Search of Human Origins”, prima difuzare în august 1999.
- p. 459 și totuși australopitecii nu s-au folosit niciodată de această tehnologie utilă, care se găsea peste tot în jurul lor: Drury, *Stepping Stones*, p. 338.
- p. 459 „Poate că i-am mâncat noi”, sugerează Matt Ridley: Ridley, *Genome*, p. 33.
- p. 460 ele constituie numai 2% din masa corpului, dar devorează 20% din energia lui: Drury, *Stepping Stones*, p. 345.
- p. 460 „Corpul este într-un pericol permanent să fie spoliat de substanțe nutritive de un creier lacom”: Brown, *The Energy of Life*, p. 216.
- p. 460 C. Loring Brace ține cu dinții de conceptul de evoluție liniară: Gould, *Leonardo's Mountain of Clams and the Diet of Worms*, p. 204.
- p. 461 *Homo erectus* reprezintă linia de demarcație: Swisher *et al.*, *Java Man*, p. 131.

- p. 462 Apartinerea unui băiat cu vârsta cuprinsă între nouă și doisprezece ani, care murise acum 1,54 de milioane de ani: *National Geographic*, mai 1997, p. 90.
- p. 462 Băiatul din Turkana era, „fără îndoială, unul de-ai noștri”: Tattersall, *The Monkey in the Mirror*, p. 132.
- p. 462 Cineva avusese grijă de ea: Walker și Shipman, *The Wisdom of the Bones*, p. 165.
- p. 462 Avea un spirit de aventură nemaiîntâlnit și s-a răspândit pe glob cu o rapiditate care acum ni se pare uimitoare: *Scientific American*, „Food for Thought”, decembrie 2002, pp. 108-115.

Capitolul 29

Maimuța neliniștită

- p. 464 „Au făcut cu miile”: interviu cu Ian Tattersall, American Museum of Natural History, New York, 6 mai 2002.
- p. 466 „ca oamenii să fi sosit aici cu peste 60.000 de ani în urmă”: *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 16 ianuarie 2001.
- p. 466 „Sunt prea multe lucruri pe care nu le știm despre migrația oamenilor de dinainte de istoria scrisă”: interviu cu Alan Thorne, Canberra, 20 august 2001.
- p. 468 „că evenimentul major cel mai recent din evoluția umanității – însăși apariția speciei noastre – este probabil cel mai misterios dintre toate”: Tattersall, *The Human Odyssey*, p. 150.
- p. 468 „dacă vreunul dintre aceștia, sau poate toți, reprezintă specia noastră încă mai așteaptă un răspuns definitiv”: Tattersall și Schwartz, *Extinct Humans*, p. 226.

- p. 468 „ciudați, greu de clasificat și prea puțin cunoscuți”: Trinkaus și Shipman, *The Neandertals*, p. 412.
- p. 468 Nu s-au găsit niciodată rămășițe de neandertalieni în nordul Africii, dar peste tot în regiune s-au descoperit seturi de unelte aparținând acestora: Tattersall și Schwartz, *Extinct Humans*, p. 209.
- p. 469 cunoscut în paleoclimatologie drept intervalul Boutellier: Fagan, *The Great Journey*, p. 105.
- p. 469 Au supraviețuit cel puțin 100.000 de ani, și poate de două ori pe atât: Tattersall și Schwartz, *Extinct Humans*, p. 204.
- p. 469 În 1947, în timpul unor cercetări pe teren în Sahara: Trinkaus și Shipman, *The Neandertals*, p. 300.
- p. 470 Încă este larg răspândită convingerea că oamenii de Neandertal erau lipsiți de inteligența sau de trăsăturile necesare pentru a concura de la egal la egal cu nou-veniții pe continent, mai delicați și mai iuți la minte, *Homo sapiens*: *Nature*, „Those Elusive Neanderthals”, 25 octombrie 2001, p. 791.
- p. 470 „Oamenii moderni au neutralizat acest avantaj [...] cu ajutorul hainelor, focurilor și adăposturilor mai bune”: Stevens, *The Change in the Weather*, p. 30.
- p. 470 1,8 l la oamenii de Neandertal față de 1,4 l la oamenii moderni: Flannery, *The Future Eaters*, p. 301.
- p. 471 „omul de Rhodesia... a trăit până acum 25.000 de ani și se prea poate să fi fost un strămoș al negrilor africani”: Canby, *The Epic of Man*, nr. paginii neprecizat.
- p. 472 „nu vezi că partea din față arată a măgar, iar cea din spate a cal”: *Science*, „What – or Who – Did In the Neandertals?”, 14 septembrie 2001, p. 1981.

- p. 473 că „toți oamenii din prezent sunt descendenți ai acelei populații”: Swisher *et al.*, *Java Man*, p. 189.
- p. 473 Apoi însă, cercetătorii au început să analizeze datele mai atent: *Scientific American*, „Is Out of Africa Going Out the Door?”, august 1999.
- p. 473 în 1997, cercetătorii de la Universitatea din München au reușit să extragă și să analizeze o cantitate de ADN din osul brațului unui om de Neandertal autentic: *Proceedings of the National Academy of Sciences*, „Ancient DNA and the Origin of Modern Humans”, 16 ianuarie 2001.
- p. 474 sugera că toți oamenii moderni au apărut din Africa undeva în ultima sută de mii de ani și au provenit dintr-o bază de reproducere de nu mai mult de 10.000 de indivizi: *Nature*, „A Start for Population Genomics”, 7 decembrie 2000, p. 65; *Natural History*, „What’s New in Prehistory”, mai 2000, pp. 90-91.
- p. 474 „regăsim o mai mare diversitate într-un singur grup social de 55 de cimpanzei decât în întreaga populație umană”: *Science*, „A Glimpse of Humans’ First Journey out of Africa”, 12 mai 2000, p. 950.
- p. 474 La începutul lui 2001, Thorne și colegii săi de la Australian National University au relatat că au recuperat ADN de la cel mai vechi dintre speciile Mungo: *Proceedings of the National Academy of Sciences*, „Mitochondrial DNA sequences in Ancient Australians: Implications for Modern Human Origins”, 16 ianuarie 2001.
- p. 475 „În ansamblu [...] genetica susține ipoteza provenienței africane”: interviu cu Rosalind Harding, Institute of Biological Anthropology, Oxford, 28 februarie 2002.

- p. 477 relatează că un paleontolog, întrebat de un coleg dacă credea că un craniu vechi era lăcuit sau nu, îl linsese pe creștet și apoi răspunsese că da: *Nature*, 27 septembrie 2001, p. 359.
- p. 478 cunoscându-mi interesul pentru originile oamenilor în vederea scrierii acestei cărți, au inclus în program o vizită la Olorgesailie: ca să fim foarte exacti, numele este scris frecvent și Ologasailie, inclusiv în unele documente oficiale kenyene. Eu însumi am folosit această ortografie într-o cărțuție pe care am scris-o pentru CARE despre această vizită. Acum Ian Tattersall îmi spune că ortografia corectă este cu „e” la mijlocul cuvântului.

Capitolul 30

La revedere

- p. 481 „călători neavizați, trei sau patru picturi în ulei și câteva fragmente de oase disperate”: Gould, *Leonardo's Mountain of Clams and the Diet of Worms*, p. 237.
- p. 482 Australia a pierdut nu mai puțin de 95% dintre ele: Flannery și Schouten, *A Gap in Nature*, p. xv.
- p. 482 „Vânărea animalelor periculoase în număr mai mare decât este absolut necesar nu aduce niciun beneficiu material – până la urmă, câte fripturi de mamut poți mânca?”: *New Scientist*, „Mammoth Mystery”, 5 mai 2001, p. 34.
- p. 482 au supraviețuit doar patru tipuri de animale de uscat cu adevărat mari: Flannery, *The Eternal Frontier*, p. 195.
- p. 483 disparițiile provocate de om ar putea să se ridice în prezent la un nivel de o sută douăzeci de mii de ori mai

mare: Leakey și Lewin, *The Sixth Extinction*, p. 241.

- p. 484 A pornit pe dată către insulă, dar, până să ajungă el acolo, pisica le omorâse pe toate: Flannery, *The Future Eaters*, pp. 62-63.
- p. 485 „La fiecare descărcare a puștii”: citat în Matthiessen, *Wildlife in America*, pp. 114-115.
- p. 485 Grădina zoologică a pierdut-o: Flannery și Schouten, *A Gap in Nature*, p. 125.
- p. 486 Hugh Cuming, care a devenit atât de obsedat de acumularea de obiecte, încât a construit o imensă navă oceanică și a angajat un echipaj care să navigheze permanent prin lume adunând tot ce putea găsi: Desmond și Moore, *Darwin*, p. 342.
- p. 486 Grație milioaneilor de ani de izolare, în Hawaii: *National Geographic*, „On the Brink: Hawaii's Vanishing Species”, septembrie 1995, pp. 2-37.
- p. 486 Marea cintează de koa, un membru inofensiv din familia Coerebidae: Flannery și Schouten, *A Gap in Nature*, p. 84.
- p. 486 o pasăre de o raritate sublimă, din care a fost văzut un singur exemplar: Flannery și Schouten, *A Gap in Nature*, p. 76.
- p. 488 Până la începutul anilor 1990, el mărise cifra până la șase sute pe săptămână: Easterbrook, *A Moment on the Earth*, p. 558.
- p. 488 aproape sigur cifrele reprezentau niște subestimări: *Washington Post*, în *Valley News*, 27 noiembrie 1995, „Report Finds Growing Biodiversity Threat”.
- p. 488 „O planetă, un experiment”: Wilson, *Diversity of Life*, p. 182.

* Numărul paginilor se referă la ediția tipărită a cărții și la ediția digitală în format PDF.

Bibliografie

- Aczel, Amir D., *God's Equation: Einstein, Relativity, and the Expanding Universe*, Piatkus Books, Londra, 2002.
- Alberts, Bruce, Dennis Bray, Alexander Johnson, Julian Lewis, Martin Raff, Keith Roberts și Peter Walter, *Essential Cell Biology: An Introduction to the Molecular Biology of the Cell*, Garland Publishing, New York și Londra, 1998.
- Allen, Oliver E., *Atmosphere*, Time-Life Books, Alexandria, Va., 1983.
- Alvarez, Walter, *T. Rex and the Crater of Doom*, Princeton University Press, Princeton, NJ, 1997.
- Annan, Noel, *The Dons: Mentors, Eccentrics and Geniuses*, HarperCollins, Londra, 2000.
- Ashcroft, Frances, *Life at the Extremes: The Science of Survival*, HarperCollins, Londra, 2000.
- Asimov, Isaac, *The History of Physics*, Walker & Co., New York, 1966.
- Asimov, Isaac, *Exploring the Earth and the Cosmos: The Growth and Future of Human Knowledge*, Penguin Books, Londra, 1984.
- Asimov, Isaac, *Atom: Journey Across the Subatomic Cosmos*, Truman Talley/Dutton, New York, 1991.

- Atkins, P.W., *The Second Law*, Scientific American, New York, 1984.
- Atkins, P.W., *Molecules*, Scientific American, New York, 1987.
- Atkins, P.W., *The Periodic Kingdom*, Weidenfeld & Nicolson, Londra, 1995.
- Attenborough, David, *Life on Earth: A Natural History*, Collins, Londra, 1979.
- Attenborough, David, *The Living Planet: A Portrait of the Earth*, Collins, Londra, 1984.
- Attenborough, David, *The Private Life of Plants: A Natural History of Plant Behaviour*, BBC Books, Londra, 1984.
- Baeyer, Hans Christian von, *Taming the Atom: The Emergence of the Visible Microworld*, Viking, Londra, 1993.
- Bakker, Robert T., *The Dinosaur Heresies: New Theories Unlocking the Mystery of the Dinosaurs and their Extinction*, William Morrow, New York, 1986.
- Ball, Philip, *H₂O: A Biography of Water*, Phoenix/Orion, Londra, 1999.
- Ballard, Robert D., *The Eternal Darkness: A Personal History of Deep-Sea Exploration*, Princeton University Press, Princeton, NJ, 2000.
- Barber, Lynn, *The Heyday of Natural History: 1820-1870*, Jonathan Cape, Londra, 1980.
- Barry, Roger G., și Richard J. Chorley, *Atmosphere, Weather and Climate*, ediția a VII-a, Routledge, Londra, 1998.
- Biddle, Wayne, *A Field Guide to the Invisible*, Henry Holt, New York, 1998.
- Bodanis, David, *The Body Book*, Little, Brown, Londra, 1984.
- Bodanis, David, *The Secret House: Twenty-Four Hours in the Strange and Unexpected World in Which We Spend our*

- Nights and Days*, Simon & Schuster, New York, 1984.
- Bodanis, David, *The Secret Family: Twenty-Four Hours Inside the Mysterious World of our Minds and Bodies*, Simon & Schuster, New York, 1997.
- Bodanis, David, *E = mc²: A Biography of the World's Most Famous Equation*, Macmillan, Londra, 2000.
- Bolles, Edmund Blair, *The Ice Finders: How a Poet, a Professor and a Politician Discovered the Ice Age*, Counterpoint/Perseus, Washington, DC, 1999.
- Boorse, Henry A., Lloyd Motz și Jefferson Hane Weaver, *The Atomic Scientists: A Biographical History*, John Wiley & Sons, New York, 1989.
- Boorstin, Daniel J., *The Discoverers*, Penguin Books, Londra, 1986.
- Boorstin, Daniel J., *Cleopatra's Nose: Essays on the Unexpected*, Random House, New York, 1994.
- Bracegirdle, Brian, *A History of Microtechnique: The Evolution of the Microtome and the Development of Tissue Preparation*, Heinemann, Londra, 1978.
- Breen, Michael, *The Koreans: Who They Are, What They Want, Where Their Future Lies*, Texere, Londra, 1998.
- Broad, William J., *The Universe Below: Discovering the Secrets of the Deep Sea*, Simon & Schuster, New York, 1997.
- Brock, William H., *The Norton History of Chemistry*, W.W. Norton, Londra, 1993.
- Brockman, John, și Katinka Matson (eds.), *How Things Are: A Science Tool-Kit for the Mind*, Weidenfeld & Nicolson, Londra, 1995.
- Brookes, Martin, *Fly: The Unsung Hero of Twentieth-Century Science*, Phoenix, Londra, 2002.

- Brown, Guy, *The Energy of Life*, Flamingo/HarperCollins, Londra, 2000.
- Browne, Janet, *Charles Darwin: A Biography*, vol. 1, Jonathan Cape, Londra, 1995.
- Burenhult, Göran (ed.), *The First Americans: Human Origins and History to 10,000 BC*, HarperCollins, Londra, 1993.
- Cadbury, Deborah, *Terrible Lizard: The First Dinosaur Hunters and the Birth of a New Science*, Henry Holt, New York, 2000.
- Calder, Nigel, *Einstein's Universe*, BBC Books, Londra, 1979.
- Calder, Nigel, *The Comet Is Coming! The Feverish Legacy of Mr Halley*, BBC Books, Londra, 1980.
- Canby, Courtlandt (ed.), *The Epic of Man*, Time/Life, New York, 1961.
- Carey, John (ed.), *The Faber Book of Science*, Faber, Londra, 1995.
- Chorlton, Windsor, *Ice Age*, Time-Life Books, New York, 1983.
- Christianson, Gale E., *In the Presence of the Creator: Isaac Newton and his Times*, Free Press/MacMillan, New York, 1984.
- Christianson, Gale E., *Edwin Hubble: Mariner of the Nebulae*, Institute of Physics Publishing, Bristol, Anglia, 1995.
- Clark, Ronald W., *The Huxleys*, Heinemann, Londra, 1968.
- Clark, Ronald W., *The Survival of Charles Darwin: A Biography of a Man and an Idea*, Daedalus Books, Londra, 1985.
- Clark, Ronald W., *Einstein: The Life and Times*, HarperCollins, Londra, 1971.
- Coe, Michael, Dean Snow și Elizabeth Benson, *Atlas of Ancient America*, Equinox/Facts on File, New York, 1986.
- Colbert, Edwin H., *The Great Dinosaur Hunters and their Discoveries*, Dover Publications, New York, 1984.

- Cole, K.C., *First You Build a Cloud: And Other Reflections on Physics as a Way of Life*, Harvest/Harcourt Brace, San Diego, 1999.
- Conard, Henry S., *How to Know the Mosses and Liverworts*, William C. Brown Co., Dubuque, Iowa, 1956.
- Conniff, Richard, *Spineless Wonders: Strange Tales from the Invertebrate World*, Henry Holt, Londra și New York, 1996.
- Corfield, Richard, *Architects of Eternity: The New Science of Fossils*, Headline, Londra, 2001.
- Coveney, Peter, și Roger Highfield, *The Arrow of Time: The Quest to Solve Science's Greatest Mystery*, Flamingo, Londra, 1991.
- Cowles, Virginia, *The Rothschilds: A Family of Fortune*, Futura, Londra, 1975.
- Crick, Francis, *Life Itself: Its Origin and Nature*, Macdonald, Londra, 1982.
- Crick, Francis, *What Mad Pursuit: A Personal View of Scientific Discovery*, Penguin Press, Londra, 1990.
- Cropper, William H., *Great Physicists: The Life and Times of Leading Physicists from Galileo to Hawking*, Oxford University Press, Oxford, 2002.
- Crowther, J.G., *Scientists of the Industrial Revolution*, Cresset, Londra, 1962.
- Darwin, Charles, *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life* (ed. facsimil), AMSPR, Londra, 1972.
- Davies, Paul, *The Fifth Miracle: The Search for the Origin of Life*, Penguin Books, Londra, 1999.
- Dawkins, Richard, *The Blind Watchmaker*, Penguin Books, Londra, 1988.

- Dawkins, Richard, *River Out of Eden: A Darwinian View of Life*, Phoenix, Londra, 1996.
- Dawkins, Richard, *Climbing Mount Improbable*, Viking, Londra, 1996.
- Dean, Dennis R., *James Hutton and the History of Geology*, Cornell University Press, Ithaca, NY, 1992.
- de Duve, Christian, *A Guided Tour of the Living Cell*, 2 vol., Scientific American/Rockefeller University Press, New York, 1984.
- Dennett, Daniel C., *Darwin's Dangerous Idea: Evolution and the Meanings of Life*, Penguin, Londra, 1996.
- Dennis, Jerry, *The Bird in the Waterfall: A Natural History of Oceans, Rivers and Lakes*, HarperCollins, Londra și New York, 1996.
- Desmond, Adrian, și James Moore, *Darwin*, Penguin Books, Londra, 1992.
- Dewar, Elaine, *Bones: Discovering the First Americans*, Random House Canada, Toronto, 2001.
- Diamond, Jared, *Guns, Germs and Steel: The Fates of Human Societies*, Norton, New York, 1997.
- Dickinson, Matt, *The Other Side of Everest: Climbing the North Face through the Killer Storm*, Times Books, New York, 1997.
- Drury, Stephen, *Stepping Stones: The Making of our Home World*, Oxford University Press, Oxford, 1999.
- Durant, Will și Ariel, *The Age of Louis XIV*, Simon & Schuster, New York, 1963.
- Dyson, Freeman, *Disturbing the Universe*, Harper & Row, Londra și New York, 1979.

- Easterbrook, Gregg, *A Moment on the Earth: The Coming Age of Environmental Optimism*, Penguin, Londra, 1995.
- Ebbing, Darrell D., *General Chemistry*, Houghton Mifflin, Boston, 1996.
- Elliott, Charles, *The Potting-Shed Papers: On Gardens, Gardeners and Garden History*, Lyons Press, Guilford, Conn., 2001.
- Engel, Leonard, *The Sea*, Time-Life Books, New York, 1969.
- Erickson, Jon, *Plate Tectonics: Unravelling the Mysteries of the Earth*, Facts on File, Londra și New York, 1992.
- Fagan, Brian M., *The Great Journey: The Peopling of Ancient America*, Thames & Hudson, Londra, 1987.
- Fell, Barry, *America B.C.: Ancient Settlers in the New World*, Random House, Londra, 1976.
- Fell, Barry, *Bronze Age America*, Little, Brown, Londra și Boston, 1982.
- Ferguson, Kitty, *Measuring the Universe: The Historical Quest to Quantify Space*, Headline, Londra, 1999.
- Ferris, Timothy, *The Mind's Sky: Human Intelligence in a Cosmic Context*, Bantam Books, New York, 1992.
- Ferris, Timothy, *The Whole Shebang: A State of the Universe(s) Report*, Phoenix, Londra, 1998.
- Ferris, Timothy, *Seeing in the Dark: How Backyard Stargazers Are Probing Deep Space and Guarding Earth from Interplanetary Peril*, Simon & Schuster, New York, 2002.
- Ferris, Timothy, *Coming of Age in the Milky Way*, HarperCollins, Londra, 2003.
- Feynman, Richard P., *Six Easy Pieces*, Penguin Books, Londra, 1998.

- Fisher, Richard V., Grant Heiken și Jeffrey B. Hulen, *Volcanoes: Crucibles of Change*, Princeton University Press, Princeton, NJ, 1997.
- Flannery, Timothy, *The Future Eaters: An Ecological History of the Australasian Lands and People*, W.W. Norton, Londra, 1995.
- Flannery, Timothy, *The Eternal Frontier: An Ecological History of North America and its Peoples*, Heinemann, Londra, 2001.
- Flannery, Timothy, și Peter Schouten, *A Gap in Nature: Discovering the World's Extinct Animals*, Heinemann, Londra, 2001.
- Fortey, Richard, *Life: An Unauthorised Biography*, Flamingo/HarperCollins, Londra, 1998.
- Fortey, Richard, *Trilobite! Eyewitness to Evolution*, HarperCollins, Londra, 2000.
- Frayn, Michael, *Copenhagen*, Methuen, Londra, 1998; Anchor Books, New York, 2000.
- Gamow, George, și Russell Stannard, *The New World of Mr Tompkins*, Cambridge University Press, Cambridge, 2001.
- Gawande, Atul, *Complications: A Surgeon's Notes on an Imperfect Science*, Metropolitan Books/Henry Holt, New York, 2002.
- Giancola, Douglas C., *Physics: Principles with Applications*, Prentice-Hall, Londra, 1997.
- Gjertsen, Derek, *The Classics of Science: A Study of Twelve Enduring Scientific Works*, Lilian Barber Press, New York, 1984.
- Godfrey, Laurie R. (ed.), *Scientists Confront Creationism*, W.W. Norton, New York, 1983.

- Goldsmith, Donald, *The Astronomers*, St. Martin's Press, New York, 1991.
- „Gordon, Mrs”, *The Life and Correspondence of William Buckland, D.D., F.R.S.*, John Murray, Londra, 1894.
- Gould, Stephen Jay, *Ever since Darwin: Reflections in Natural History*, Deutsch, Londra, 1978.
- Gould, Stephen Jay, *The Panda's Thumb: More Reflections in Natural History*, W.W. Norton, Londra și New York, 1980.
- Gould, Stephen Jay, *Hen's Teeth and Horse's Toes*, Penguin Books, Londra, 1984.
- Gould, Stephen Jay, *The Flamingo's Smile: Reflections in Natural History*, W.W. Norton, New York, 1985.
- Gould, Stephen Jay, *Wonderful Life: The Burgess Shale and the Nature of History*, Hutchinson Radius, Londra, 1990.
- Gould, Stephen Jay, *Bully for Brontosaurus: Reflections in Natural History*, Hutchinson Radius, Londra, 1991.
- Gould, Stephen Jay, *Time's Arrow, Time's Cycle: Myth and Metaphor in the Discovery of Geological Time*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1987.
- Gould, Stephen Jay (ed.), *The Book of Life*, Ebury, Londra, 1993.
- Gould, Stephen Jay, *Eight Little Piggies: Reflections in Natural History*, Penguin, Londra, 1994.
- Gould, Stephen Jay, *Dinosaur in a Haystack: Reflections in Natural History*, Jonathan Cape, Londra, 1996.
- Gould, Stephen Jay, *Leonardo's Mountain of Clams and the Diet of Worms: Essays on Natural History*, Jonathan Cape, Londra, 1998.
- Gould, Stephen Jay, *The Lying Stones of Marrakech: Penultimate Reflections in Natural History*, Jonathan Cape, Londra, 2000.

- Green, Bill, *Water, Ice and Stone: Science and Memory on the Antarctic Lakes*, Harmony Books, New York, 1995.
- Gribbin, John, *In the Beginning: The Birth of the Living Universe*, Penguin, Londra, 1994.
- Gribbin, John, *Almost Everyone's Guide to Science: The Universe, Life and Everything*, Phoenix, Londra, 1998.
- Gribbin, John și Mary, *Being Human: Putting People in an Evolutionary Perspective*, Phoenix/Orion, Londra, 1993.
- Gribbin, John, *Fire on Earth: Doomsday, Dinosaurs and Humankind*, St. Martin's Press, New York, 1996.
- Gribbin, John, *Ice Age*, Allen Lane, Londra, 2001.
- Gribbin, John, și Jeremy Cherfas, *The First Chimpanzee: In Search of Human Origins*, Penguin Books, Londra, 2001.
- Grinspoon, David Harry, *Venus Revealed: A New Look Below the Clouds of our Mysterious Twin Planet*, Helix/Addison-Wesley, Reading, Mass., 1997.
- Guth, Alan, *The Inflationary Universe: The Quest for a New Theory of Cosmic Origins*, Jonathan Cape, Londra, 1997.
- Haldane, J.B.S., *Adventures of a Biologist*, Harper & Brothers, New York, 1937.
- Haldane, J.B.S., *What is Life?*, Boni & Gaer, New York, 1947.
- Hallam, A., *Great Geological Controversies*, ediția a II-a, Oxford University Press, Oxford, 1989.
- Hamblyn, Richard, *The Invention of Clouds: How an Amateur Meteorologist Forged the Language of the Skies*, Picador, Londra, 2001.
- Hamilton-Paterson, James, *The Great Deep: The Sea and its Thresholds*, Random House, Londra, 1992.
- Hapgood, Charles H., *Earth's Shifting Crust: A Key to Some Basic Problems of Earth Science*, Pantheon Books, New

York, 1958.

Harrington, John W., *Dance of the Continents: Adventures with Rocks and Time*, J.P. Tarcher, Inc., Los Angeles, 1983.

Harrison, Edward, *Darkness at Night: A Riddle of the Universe*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1987.

Hartmann, William K., *The History of Earth: An Illustrated Chronicle of an Evolving Planet*, Workman Publishing, Londra, 1991.

Hawking, Stephen, *A Brief History of Time: From the Big Bang to Black Holes*, Bantam Books, Londra, 1988.

Hawking, Stephen, *The Universe in a Nutshell*, Bantam Press, Londra, 2001.

Hazen, Rombert M., și James Trefil, *Science Matters: Achieving Scientific Literacy*, Doubleday, New York, 1991.

Heiserman, David L., *Exploring Chemical Elements and their Compounds*, TAB Books/McGraw Hill, Blue Ridge Summit, Pa., 1992.

Hitchcock, A.S., *Manual of the Grasses of the United States*, ediția a II-a, Peter Smith, Londra, 1971.

Holmes, Hannah, *The Secret Life of Dust*, John Wiley & Sons, Londra, 2001.

Holmyard, E.J., *Makers of Chemistry*, Clarendon Press, Oxford, 1931.

Horwitz, Tony, *Blue Latitudes: Boldly Going Where Captain Cook Has Gone Before*, Bloomsbury, Londra, 2002.

Hough, Richard, *Captain James Cook*, Coronet, Londra, 1995.

Jardine, Lisa, *Ingenious Pursuits: Building the Scientific Revolution*, Little, Brown, Londra, 1999.

Johanson, Donald, și Blake Edgar, *From Lucy to Language*, Weidenfeld & Nicolson, Londra, 2001.

- Jolly, Alison, *Lucy's Legacy: Sex and Intelligence in Human Evolution*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1999.
- Jones, Steve, *Almost Like a Whale: The Origin of Species Updated*, Doubleday, Londra, 1999.
- Judson, Horace Freeland, *The Eighth Day of Creation: Makers of the Revolution in Biology*, Penguin, Londra, 1995.
- Junger, Sebastian, *The Perfect Storm: A True Story of Men Against the Sea*, Fourth Dimension, Londra, 1997.
- Jungnickel, Christa, și Russell McCormmach, *Cavendish: The Experimental Life*, Bucknell Press, Bucknell, Pa., 1999.
- Kaku, Michio, *Hyperspace: A Scientific Odyssey through Parallel Universes, Time Warps, and the Tenth Dimension*, Oxford University Press, Oxford, 1999.
- Kastner, Joseph, *A Species of Eternity*, Knopf, New York, 1977.
- Keller, Evelyn Fox, *The Century of the Gene*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 2000.
- Kemp, Peter, *The Oxford Companion to Ships and the Sea*, Oxford University Press, Londra, 1979.
- Kevles, Daniel J., *The Physicists: The History of a Scientific Community in Modern America*, Random House, Londra, 1978.
- Kitcher, Philip, *Abusing Science: The Case against Creationism*, MIT Press, Cambridge, Mass., 1982.
- Kolata, Gina, *Flu: The Story of the Great Influenza Pandemic of 1918 and the Search for the Virus that Caused It*, Pan, Londra, 2001.
- Krebs, Robert E., *The History and Use of our Earth's Chemical Elements*, Greenwood, Westport, Conn., 1998.

- Kunzig, Robert, *The Restless Sea: Exploring the World Beneath the Waves*, W.W. Norton, New York, 1999.
- Kurlansky, Mark, *Cod: A Biography of the Fish That Changed the World*, Vintage, Londra, 1999.
- Leakey, Richard, *The Origin of Humankind*, Phoenix, Londra, 1995.
- Leakey, Richard, și Roger Lewin, *Origins*, E.P. Dutton, New York, 1977.
- Leakey, Richard, *The Sixth Extinction: Biodiversity and Its Survival*, Weidenfeld & Nicolson, Londra, 1996.
- Leicester, Henry M., *The Historical Background of Chemistry*, Dover, New York, 1971.
- Lemmon, Kenneth, *The Golden Age of Plant Hunters*, Phoenix House, Londra, 1968.
- Lewin, Roger, *Bones of Contention: Controversies in the Search for Human Origins*, ediția a II-a, University of Chicago Press, Chicago, 1997.
- Lewis, Cherry, *The Dating Game: One Man's Search for the Age of the Earth*, Cambridge University Press, Cambridge, 2000.
- Lewis, John S., *Rain of Iron and Ice: The Very Real Threat of Comet and Asteroid Bombardment*, Addison-Wesley, Reading, Mass., 1996.
- Lewontin, Richard, *It Ain't Necessarily So: The Dream of the Human Genome and Other Illusions*, Granta, Londra, 2001.
- Little, Charles E., *The Dying of the Trees: The Pandemic in America's Forests*, Viking, New York, 1995.
- Lynch, John, *The Weather*, Firefly Books, Toronto, 2002.
- McGhee, Jr, George R., *The Late Devonian Mass Extinction: The Frasnian/Famennian Crisis*, Columbia University Press, New York, 1996.

- McGrayne, Sharon Bertsch, *Prometheans in the Lab: Chemistry and the Making of the Modern World*, McGraw-Hill, Londra, 2002.
- McGuire, Bill, *A Guide to the End of the World: Everything You Never Wanted to Know*, Oxford University Press, Oxford, 2002.
- McKibben, Bill, *The End of Nature*, Viking, Londra, 1990.
- McPhee, John, *Basin and Range*, Farrar, Straus & Giroux, New York, 1980.
- McPhee, John, *In Suspect Terrain*, Noonday Press/Farrar, Straus & Giroux, New York, 1983.
- McPhee, John, *Rising from the Plains*, Farrar, Straus & Giroux, Londra, 1987.
- McPhee, John, *Assembling California*, Farrar, Straus & Giroux, New York, 1993.
- McSween, Harry Y., Jr, *Stardust to Planets: A Geological Tour of the Solar System*, St Martin's Press, New York, 1993.
- Maddox, Brenda, *Rosalind Franklin: The Dark Lady of DNA*, HarperCollins, Londra, 2002.
- Margulis, Lynn, și Dorion Sagan, *Microcosmos: Four Billion Years of Evolution from Our Microbial Ancestors*, HarperCollins, Londra, 2002.
- Marshall, Nina L., *Mosses and Lichens*, Doubleday, Page & Co., New York, 1908.
- Matthiessen, Peter, *Wildlife in America*, Penguin Books, Londra, 1995.
- Moore, Patrick, *Fireside Astronomy: An Anecdotal Tour through the History and Lore of Astronomy*, John Wiley & Sons, Chichester, 1992.

- Moorehead, Alan, *Darwin and the Beagle*, Hamish Hamilton, Londra, 1969.
- Morowitz, Harold J., *The Thermodynamics of Pizza*, Rutgers University Press, New Brunswick, NJ, 1991.
- Musgrave, Toby, Chris Gardner și Will Musgrave, *The Plant Hunters: Two Hundred Years of Adventure and Discovery around the World*, Ward Lock, Londra, 1999.
- Norton, Trevor, *Stars Beneath the Sea: The Extraordinary Lives of the Pioneers of Diving*, Arrow Books, Londra, 2000.
- Novacek, Michael, *Time Traveler: In Search of Dinosaurs and Other Fossils from Montana to Mongolia*, Farrar, Straus & Giroux, New York, 2001.
- Nuland, Sherwin B., *How We Live: The Wisdom of the Body*, Vintage, Londra, 1998.
- Officer, Charles, și Jake Page, *Tales of the Earth: Paroxysms and Perturbations of the Blue Planet*, Oxford University Press, New York, 1993.
- Oldroyd, David R., *Thinking about the Earth: A History of Ideas in Geology*, Athlone, Londra, 1996.
- Oldstone, Michael B.A., *Viruses, Plagues and History*, Oxford University Press, New York, 1998.
- Overbye, Dennis, *Lonely Hearts of the Cosmos: The Scientific Quest for the Secret of the Universe*, Macmillan, Londra, 1991.
- Ozima, Minoru, *The Earth: Its Birth and Growth*, Cambridge University Press, Cambridge, 1981.
- Parker, Ronald B., *Inscrutable Earth: Explorations in the Science of Earth*, Charles Scribner's Sons, New York, 1984.
- Pearson, John, *Serpents and Stags: The Story of the House of Cavendish and the Dukes of Devonshire*, Macmillan, Londra,

1983.

Peebles, Curtis, *Asteroids: A History*, Smithsonian Institution Press, Washington, 2000.

Plummer, Charles C., și David McGeary, *Physical Geology*, McGraw-Hill Education, Londra, 1997.

Pollack, Robert, *Signs of Life: The Language and Meanings of DNA*, Penguin Books, Londra, 1995.

Powell, James Lawrence, *Night Comes to the Cretaceous: Dinosaur Extinction and the Transformation of Modern Geology*, W.H. Freeman, New York, 1998.

Powell, James Lawrence, *Mysteries of Terra Firma: The Age and Evolution of the Earth*, Free Press/Simon & Schuster, New York, 2001.

Psihoyos, Louie, și John Knoebber, *Hunting Dinosaurs*, Cassell Illustrated, Londra, 1995.

Putnam, William Lowell, *The Worst Weather on Earth*, Mountaineers Books, Londra, 1991.

Quammen, David, *The Song of the Dodo*, Hutchinson, Londra, 1996.

Quammen, David, *The Boilerplate Rhino: Nature in the Eye of the Beholder*, Touchstone, Londra, 2001.

Quammen, David, *Monster of God*, W.W. Norton, New York, 2003.

Rees, Martin, *Just Six Numbers: The Deep Forces that Shape the Universe*, Phoenix/Orion, Londra, 2000.

Ridley, Matt, *The Red Queen: Sex and the Evolution of Human Nature*, Penguin, Londra, 1994.

Ridley, Matt, *Genome: The Autobiography of a Species*, Fourth Estate, Londra, 1999.

- Ritchie, David, *Superquake! Why Earthquakes Occur and When the Big One Will Hit Southern California*, Random House, Londra, 1989.
- Rose, Steven, *Lifelines: Biology, Freedom, Determinism*, Penguin, Londra, 1997.
- Rudwick, Martin J.S., *The Great Devonian Controversy: The Shaping of Scientific Knowledge among Gentlemanly Specialists*, University of Chicago Press, Chicago, 1985.
- Sacks, Oliver, *An Anthropologist on Mars: Seven Paradoxical Tales*, Picador, Londra, 1996.
- Sacks, Oliver, *Oaxaca Journal*, National Geographic, Londra, 2002.
- Sagan, Carl, *Cosmos*, Random House, Londra, 1980.
- Sagan, Carl, și Ann Druyan, *Comet*, Random House, Londra, 1985.
- Sagan, Dorion, și Lynn Margulis, *Garden of Microbial Delights: A Practical Guide to the Subvisible World*, J. Harcourt Brace Jovanovich, Boston, 1988.
- Sayre, Anne, *Rosalind Franklin and DNA*, W.W. Norton, Londra, 2002.
- Schneer, Cecil J. (ed.), *Toward a History of Geology*, MIT Press, Londra, 1970.
- Schopf, J. William, *Cradle of Life: The Discovery of the Earth's Earliest Fossils*, Princeton University Press, Princeton, NJ, 1999.
- Schultz, Gwen, *Ice Age Lost*, Anchor Press/Doubleday, Garden City, NY, 1974.
- Schwartz, Jeffrey H., *Sudden Origins: Fossils, Genes and the Emergence of Species*, John Wiley & Sons, New York, 1999.

- Semonin, Paul, *American Monster: How the Nation's First Prehistoric Creature Became a Symbol of National Identity*, New York University Press, New York, 2000.
- Shore, William H. (ed.), *Mysteries of Life and the Universe*, Harvest/Harcourt Brace & Co., San Diego, 1992.
- Silver, Brian, *The Ascent of Science*, Solomon/Oxford University Press, New York, 1998.
- Simpson, George Gaylord, *Fossils and the History of Life*, Scientific American, New York, 1983.
- Smith, Anthony, *The Weather: The Truth about the Health of our Planet*, Hutchinson, Londra, 2000.
- Smith, Robert B., și Lee J. Siegel, *Windows into the Earth: The Geologic Story of Yellowstone and Grand Teton National Parks*, Oxford University Press, Oxford, 2002.
- Snow, C.P., *Variety of Men*, Macmillan, Londra, 1967.
- Snow, C.P., *The Physicists*, House of Stratus, Londra, 1979.
- Snyder, Carl H., *The Extraordinary Chemistry of Ordinary Things*, John Wiley & Sons, Londra, 1995.
- Stalcup, Brenda (ed.), *Endangered Species: Opposing Viewpoints*, Greenhaven, San Diego, 1996.
- Stanley, Steven M., *Extinction*, Scientific American, New York, 1987.
- Stark, Peter, *Last Breath: Cautionary Tales from the Limits of Human Endurance*, Ballantine Books, New York, 2001.
- Stephen, Sir Leslie, și Sir Sidney Lee (eds.), *Dictionary of National Biography*, Oxford University Press, Oxford, 1973.
- Stevens, William K., *The Change in the Weather: People, Weather, and the Science of Climate*, Delacorte, New York, 1999.

- Stewart, Ian, *Nature's Numbers: Discovering Order and Pattern in the Universe*, Phoenix, Londra, 1995.
- Strathern, Paul, *Mendeleev's Dream: The Quest for the Elements*, Penguin Books, Londra, 2001.
- Sullivan, Walter, *Landprints*, Times Books, New York, 1984.
- Sulston, John, și Georgina Ferry, *The Common Thread: A Story of Science, Politics, Ethics and the Human Genome*, Bantam Press, Londra, 2002.
- Swisher III, Carl C., Garniss H. Curtis și Roger Lewin, *Java Man: How Two Geologists' Dramatic Discoveries Changed our Understanding of the Evolutionary Path to Modern Humans*, Little, Brown, Londra, 2001.
- Sykes, Bryan, *The Seven Daughters of Eve*, Bantam Press, Londra, 2001.
- Tattersall, Ian, *The Human Odyssey: Four Million Years of Human Evolution*, Prentice-Hall, New York, 1993.
- Tattersall, Ian, *The Monkey in the Mirror: Essays on the Science of What Makes Us Human*, Oxford University Press, Oxford, 2002.
- Tattersall, Ian, și Jeffrey Schwartz, *Extinct Humans*, Westview/Perseus, Boulder, Colo., 2001.
- Thackray, John, și Bob Press, *The Natural History Museum: Nature's Treasurehouse*, Natural History Museum, Londra, 2001.
- Thomas, Gordon, și Max Morgan Witts, *The San Francisco Earthquake*, Souvenir, Londra, 1971.
- Thomas, Keith, *Man and the Natural World: Changing Attitudes in England, 1500-1800*, Penguin Books, Londra, 1984.
- Thompson, Dick, *Volcano Cowboys: The Rocky Evolution of a Dangerous Science*, St Martin's Press, New York, 2000.

- Thorne, Kip S., *Black Holes and Time Warps: Einstein's Outrageous Legacy*, Picador, Londra, 1994.
- Tortora, Gerard J., și Sandra Reynolds Grabowski, *Principles of Anatomy and Physiology*, John Wiley & Sons, Londra, 1999.
- Trefil, James, *The Unexpected Vista: A Physicist's View of Nature*, Charles Scribner's Sons, New York, 1983.
- Trefil, James, *Meditations at Sunset: A Scientist Looks at the Sky*, Charles Scribner's Sons, New York, 1987.
- Trefil, James, *Meditations at 10,000 Feet: A Scientist in the Mountains*, Charles Scribner's Sons, New York, 1987.
- Trefil, James, *101 Things You Don't Know About Science and No One Else Does Either*, Cassell Illustrated, Londra, 1997.
- Trinkaus, Erik, și Pat Shipman, *The Neandertals: Changing the Image of Mankind*, Pimlico, Londra, 1994.
- Tudge, Colin, *The Time before History: Five Million Years of Human Impact*, Touchstone/Simon & Schuster, New York, 1996.
- Tudge, Colin, *The Variety of Life: A Survey and a Celebration of All the Creatures that Have Ever Lived*, Oxford University Press, Oxford, 2002.
- Vernon, Ron, *Beneath our Feet: The Rocks of Planet Earth*, Cambridge University Press, Cambridge, 2000.
- Vogel, Shawna, *Naked Earth: The New Geophysics*, Dutton, New York, 1995.
- Walker, Alan, și Pat Shipman, *The Wisdom of the Bones: In Search of Human Origins*, Weidenfeld & Nicolson, Londra, 1996.
- Wallace, Robert A., Jack L. King și Gerald P. Sanders, *Biology: The Science of Life*, ediția a II-a, Scott, Foresman & Co., Glenview, Ill., 1986.

- Ward, Peter D., și Donald Brownlee, *Rare Earth: Why Complex Life Is Uncommon in the Universe*, Copernicus, New York, 1999.
- Watson, James D., *The Double Helix: A Personal Account of the Discovery of the Structure of DNA*, Penguin Books, Londra, 1999.
- Weinberg, Samantha, *A Fish Caught in Time: The Search for the Coelacanth*, Fourth Estate, Londra, 1999.
- Weinberg, Steven, *The Discovery of Subatomic Particles*, W.H. Freeman, Londra, 1990.
- Weinberg, Steven, *Dreams of a Final Theory*, Vintage, Londra, 1993.
- Whitaker, Richard (ed.), *Weather*, Warner Books, Londra, 1996.
- White, Michael, *Isaac Newton: The Last Sorcerer*, Fourth Dimension, Londra, 1997.
- White, Michael, *Rivals: Conflict as the Fuel of Science*, Vintage, Londra, 2001.
- Wilford, John Noble, *The Mapmakers*, Random House, Londra, 1981.
- Wilford, John Noble, *The Riddle of the Dinosaur*, Faber, Londra, 1986.
- Williams, E.T., și C.S. Nicholls (eds.), *Dictionary of National Biography, 1961-1970*, Oxford University Press, Oxford, 1981.
- Williams, Stanley, și Fen Montaigne, *Surviving Galeras*, Houghton Mifflin, Boston, 2001.
- Wilson, David, *Rutherford: Simple Genius*, Hodder, Londra, 1984.

- Wilson, Edward O., *The Diversity of Life*, Allen Lane/Penguin Press, Londra, 1993.
- Winchester, Simon, *The Map That Changed the World: The Tale of William Smith and the Birth of a Science*, Viking, Londra, 2001.
- Woolfson, Adrian, *Life without Genes: The History and Future of Genomes*, Flamingo, Londra, 2000.

Index^{*}

A Doua Lege a Termodinamicii 94n.

abrevieri chimice 122-123

Academia Regală de Științe: cariera lui Owen 107-108; contribuția lui Dalton 154; contribuția lui Leeuwenhoek 385-386; contribuția lui Mason 71; expediția *Challenger* 285; lucrarea lui Mantell 102; publicații 67; simpozion 196; statut 67

acarieni 375-376

acid cianhidric 115

ADN: amprenta 422n.; contaminare 477; corupt 388; descoperirea structurii 415-420; duplicare 420-421; efectele radiațiilor 315-316; experimente 414-415; forma 420; mitochondrial 473-477; proteinele și 299-300; rolul 392, 411, 418-419, 421-425

ADN mitochondrial 473-477

aeroembolie 253-255

Agassiz, Louis 88, 334, 401, 433-436, 442

Ager, Derek V. 202

Aharanov, Yakir 164

alchimie 64-65, 113, 128

alge calcaroase 379; clasificarea 317; lichenii 345-346; verzi-
albastre 309
Alpha Centauri 44, 54
altitudine 268-271
aluminu 120, 262-263
Alvarez, Luis 209-212, 216
Alvarez, Walter 200, 209-212
Alvin, submersibil 288-291
amfibieni 348, 351, 356
amibe 312, 317-321
aminoacizi 298-301
amoniți 356
analiză matematică 64, 66
Anapsida 351
Anderson, Ray 213-214, 216-217, 219
Anning, Mary 101
Antarctica: ecosistemul 296; fără gheață 443; focile 296; gheața
284, 444
antibiotice 311, 314-315, 325-326
apă: formula chimică 282; presiune 251-252; proprietăți 281-
282; săruri 283
Arambourg, Camille 469
arbori 350
Archaea 320
Ardipithecus ramidus kadabba 457
arheopterix 55, 105, 401
aria lui Broca 462
Armstrong, Richard 230
ARN 311, 412-413, 427
arsenic 264

Asaro, Frank 210-211
ascensiune în balon 270
Ashcroft, Frances 248, 252, 254, 270, 321
Ashfall Fossil Beds 221-222
Asimov, Isaac 159
Askesian Society 119, 275
asteroizi 206-208, 211-212, 217, 219
atmosferă 267-270
atomi: cochilia 162; comportamentul 157; dimensiuni 152-153;
dovada existenței 154; durabilitatea 153; forma 156;
greutatea atomică 124, 254; ideea de 153; imaginea 158;
nucleul 157-158; numărul atomic 125; structura 157-160; și
celulele 299-300; și moleculele 151-152; viața 17
ATP (adenozintrifosfat) 390
Attenborough, David 346
Audubon, John James 227
Australia: întinderea ocupată de oameni 465-466; viața marină
296
australopiteci, grup 452, 454-457, 459-460, 463, 470
Australopithecus 449, 451-453
Avery, Oswald 414-415, 419
Avogadro, Lorenzo 122
Avogadro, numărul lui 121n.
azot: compoziția obiectelor vii 301; formare 36; intoxicare 257;
și atmosfera Pământului 57, 265

Baade, Walter 49
bacterii: cianobacteriile 308-310, 314, 320; de apă fierbinte
248, 315; descoperirea 386; în corpul uman 313-314;

mutațiile 314-315; prima formă de viață pe Pământ 308;
reproducerea 315; supraviețuirea 315-317; tipuri 376-377

bacteriofagi 326, 412

Baldwin, Ralph B. 211

balena albastră 292

balene 292

Ball, Philip 125, 284

Banks, Joseph, Sir 76, 361, 365, 369

barotraumatism 253

Barringer, Daniel M. 205

Barton, Otis 285-287

Bastin, Edson 316

batiscaf 287

batisferă 286-287

bdelloidea, filumul Rotifera 378

Becher, Johann 114

Becker, George 113

Becquerel, Henri 127, 156

Beebe, Charles William 285-287

belemnite 107

Bell, Alexander Graham 136

Bennett, Victoria 305-309, 316

Bergstrahl, Jay 248

Berners-Lee, Tim 179n.

Berzelius, J.J. 122-123

Besso, Michele 139

Betelgeuse 54-55

Biddle, Wayne 176

Big Bang 27-33, 36, 55, 150

Black, Davidson 450

Blackett, Patrick 195
boala somnului 327
boală 322-330
Bodanis, David 142-143
Bogdanov, Igor și Grichka 184
Bohr, Niels 160, 162-163
boli 322-330
Boltzmann, Ludwig 155
bombă atomică 161, 165
Bonnichsen, Bill 223
Bose, S.N. 182
bosoni 182
bosonul lui Higgs 176, 182
Bouguer, Pierre 61-62, 69-71
Bowler, Jim 466
Boyle, Robert 114
Brace, C. Loring 460
Brand, Hennig 114
Briggs, Derek 337, 342
briofite 363
British Museum 108, 285
Broad, William J. 289
Brock, Thomas și Louise 247-248
Broglie, prințul Louis-Victor de 161
Broom, Robert 450
Brown, Guy 387, 460
Brown, Harrison 172-173
Brown, Robert 119, 365, 387
Brunhes, Bernard 195
Bryan, Alanson 487

Bryce, David 378
Buckland, William 84, 86-87, 91-92, 102-103
Buffon, conte de 92, 96-98, 368
Bullard, E.C. 232
bureți 391
Burgess, Marna, fosilele de la 335-338, 340-343, 346
Byron, Lord 431

Cabot, John 38, 295
Cadbury, Deborah 107
cai 221, 354, 379
calcar 279, 349
calciu 120-121, 286, 302
Calea Lactee 45, 72, 147, 149, 251
calmar uriaș 292-293
calota craniană Trinil 449
cambrian: explozia din 333, 335, 337, 341-344, 401, 441;
 perioada 88-89
cancer 391
Cannon, Annie Jump 148
carbon: atomii 263; ciclul lung 279-280, 349; compoziția
 lucrurilor vii 263, 301; formarea 36
carbon-14 169-171
Carr, Geoffrey 186
Cassini, Giovanni și Jacques 69
Caster, K.E. 189
catastrofism 87, 212
Cavendish, Henry 76-80, 116, 153, 156n.
călătoria lui *Beagle* 394-397, 400
călătoria navei *Endeavour* 365

Cefeide 148-149, 185

Celsius, Anders 275

celule: acțiunile 390-392; compoziția 382-384; descoperirea 385-386; divizarea 382; drojdie 382; eucariote 311-312, 319-322; membrana 388; mitocondrii 311, 390; moartea 390-391; nucleul 387-388; tipuri de 383; umane 382-384; viața 383

celule Hadley 273

Centura Kuiper 40

centurile Van Allen 233

CERN 179

CFC (clorofluorocarbon) 168-169, 176

Chadwick, James 49, 155-156

Challenger, HMS 285

Chambers, Robert 398, 405

Chapman, Clark 38

Chappe, Jean 72

Chargaff, Erwin 415

Charpentier, Jean de 433, 435

chimiosinteză 290

Christiansen, Bob 237-238, 242, 244

Christy, James 37-38, 40

cianobacterii 308-310, 314, 320, 440

ciclotron 177

cimpanzei 446, 454, 456, 459, 462-463

cinteze: Galápagos 396; koa 486

circulație termohalină 278

ciripede 397, 486

Clark, William 99-100

clasificare: a organismelor 317-322; a stelelor 148; cod
universal 371-372; sistemul linnaean 367-371
climă 431, 439-445, 469
clor 115, 264
cloroplaste 311
cobalt 262-263
cod 295-296
coloană vertebrală 338, 348
Columbia, navetă spațială 268
comete: Halley 40, 63, 304; intră în atmosfera Pământului 216-
219; la intervale lungi 40; la intervale scurte 40;
Shoemaker-Levy 215-216, 219
Conard, Henry S. 363
conductă de kimberlită 229
constantă cosmologică 145, 188
Conway Morris, Simon 336-337, 341
Cook, James 74, 365, 472
Coon, Carleton 471
Cope, Edward Drinker 109-112
copilul Taung 449-450, 454
Coriolis, Gustave-Gaspard de 273-274
Cox, David 422
Cox, Peter 280
Crampton, Henry Edward 380
craniul de la Petralona 472
craterul de la Chicxulub 215-216
craterul de la Manson: mărime 203-205, 216, 347; problema
extincției 214, 219, 355; studiile lui Shoemaker 212
Craterul Meteoritului, Arizona 205, 215-216
cretacic 89-90, 102, 209, 353, 359, 444

Crick, Francis 156, 304, 415-419
criogen 440
cristale 301
cristalografie 415-417
criza de salinitate din messinian 277
crizanteme 372
Cro-Magnon, omul de 169, 447-448, 468-469, 472
crocodili 356-357
Croll, James 435-437
cromozomi 410, 412-414, 420, 424, 472-473
Cropper, William H. 134, 137, 146, 158
Crouch, Henry 142
Crowther, J.G. 78
crustacee 370
Crystal Palace 104
Cuming, Hugh 486
cupru 262-263
Curentul Golfului 277, 443
Curie, Marie și Pierre 127, 129-130, 262
cutremure 224-228, 243-245, 442
cutremurul de la Hebgen Lake 244-245
cutremurul de la Lisabona 225-226
cutremurul de la Prince William Sound 225, 442
cutremurul de la Tokyo 227
cutremurul din San Francisco 226
Cuvier, Georges 98-100, 102, 105, 107, 433
Dalton, John 78, 121, 153-154
Daly, Reginald 57, 193
Dart, Raymond 449-450, 454

Darwin, Charles: boala 397; călătoria pe *Beagle* 361, 394-397, 400; copilăria și tinerețea 409-410; *Descendența omului* 481-482; despre ciripede 397, 486; despre evoluție 334, 396; despre Lyell 86-88; despre Owen 105-106; despre vârsta Pământului 92-93; mormântul 408; nașterea 392, 409; *Originea speciilor* 92, 334, 393, 395-403, 405-406, 487; reacții la studiile sale 400-401, 405; statuia 108

Darwin, Erasmus 395

datarea cu radiocarbon 169-171

Davies, Paul 184, 263, 300

Davy, Humphry 115, 120-121, 153, 262

Dawkins, Richard 301-302, 340-341

de Bort, Léon-Philippe Teisserenc 268

de Duve, Christian 301, 315, 384, 389, 411

de Vries, Hugo 407

Deane, Charles 253

Deccan Traps 212

DeMoivre, Abraham 65

Denver, înălțime 199

derivă continentală 188-193, 196-197

Descartes, René 135

deșeuri radioactive 291-292

detector de particule 156, 177

devonian: extincție 353, 355; perioada 88-89, 348-350, 353

diamante 229

Diamond, Jared 323

Diapside 351-352

diatomee 356

Dicke, Robert 29-30, 32

Dickinson, Matt 269

Dickson, Tony 198
dimensiunea creierului 455, 458-460, 470
dimetrodon 351
dinozauri: descoperiri 96, 101-103, 110, 112; diorame 358-359;
 epoca 333, 346-347, 352, 359-360; extincția 209, 211, 214,
 218, 261, 355; limite 444; modele în mărime naturală 103;
 numărul de specii 110, 359; nume 105
dioxid de carbon 57, 280
Dixon, Jeremiah 73-74
dodo 105, 480-481, 483
Doss, Paul 241-247
Dover, falezele albe 279-280
Drake, Frank 45
Draper, John William 405
Drury, Stephen 277, 312, 444
Dubois, Eugène 446-451, 461
Dyson, Freeman 250

Ebola 327, 329-330
ecosisteme microbiene litoautotrofe subterane 316
Eddington, Sir Arthur 142
Ediacaran Hills, fosile 338-340, 344, 346, 352
efect de seră 57, 169, 259, 279, 440
efectul Coriolis 274, 284
efectul Doppler 145
efectul fotoelectric 138
Einstein, Albert: cariera 138-141, 149-150, 165; despre
 constanta cosmologică 141, 145, 188; despre masă și
 energie 127, 140-141; despre mișcarea browniană 138, 155;
 despre teoria cuantică 138, 164; lucrările 139; moartea 200;

prefața la cartea lui Hapgood 189, 200; Premiul Nobel 138, 160; reputația 141, 149-150; teoria relativității 35, 138-139, 141-144, 146, 150, 164, 188

electromagnetism 94, 135

electroni: contribuția lui Mendeleev 129; descoperirea 156; formarea 32-33; numărul lor în atom 158; orbite 158-160, 163; Principiul Incertitudinii 161-162; sarcină negativă 157-158; undă sau particulă 161-163

elemente 262-265

Elliott, Charles 372

Ellis, Len 363-365

Elwin, Whitwell 393

Emerald Pool 247

entropie 133-134

enzime 247, 263, 388

epidemie de gripă 328-329

epoca miocenului 89-90, 221, 277

era precambriană 90, 339-340, 347

eră glacială: actuală 439-440, 442-445; cauze 439-440; cicluri 437-440; contribuția lui Croll 435-437; contribuția lui Milancovici 436-438; contribuția lui Schimper 433; criogen 440-441; teoria lui Agassiz 433-436; termenul 433

eroziune 82

erupția vulcanului Tambora 431

erupția vulcanului Toba 240

erupții solare 354-355

Erwin, Terry 115, 161, 374, 388, 415, 423

eter 135

Ethyl Corporation 167, 174-176

eucariote 311-312, 319-322

Euryapside 351

Evans, Robert 47-49, 51-55

evaporare 277

evoluție 255, 396, 460-461

expedițiile Voyager 41-42

explozii hidrotermale 245

extincția din hemphillian 354

extincție 98, 352-360, 481-489

Fahrenheit, Daniel Gabriel 275

Falconer, Hugh 106

Falia San Andreas 226

Fallarone, Insulele 291

fasciită necrozantă 325

febra Lassa 329-330

Fermi, Enrico 178

fermioni 182

Ferris, Timothy 72, 158, 208

Feynman, Richard: despre atomi 151, 159-160, 163; despre fizica particulelor 179; despre interiorul Pământului 223-224; despre orbitele planetare 63; despre raționament 265-266

fier 263, 302, 309, 316

filum 337, 341-343, 370-371, 375, 378

Fisher, Osmond 231

fitoplancton 296

FitzRoy, Robert 394-395, 406

Flannery, Tim: despre coasta Australiei 294; despre datarea cu radiocarbon 170; despre extincție 482-484; despre impactul KT 356

foci 296
Focke, Wilhelm Olbers 404-405
foraminifere 279-280, 356
Forbes, Edward 284, 326
formațiunea Hell Creek, fosilele de la 100, 359
Fortey, Richard: despre bacterii 378; despre disputele geologice 91, 341-342; despre extincție 353; despre formele primitive de viață 310, 339, 343-344; despre modelele de dinozaur 103-104; despre specialiști 362-363, 381; despre trilobiți 332-333
forțe nucleare, tari și slabe 32, 140
fosfor 114-115, 302
fosile: anomalii 190; datarea rocilor 99; depozitele de fosile de la Ashfall 221-222; dinozauri 96, 101-103, 108-112, 358-359; dovezi 95; formarea 331; localizare 81-82, 190-191; mamuți 97-98; studiile lui Anning 101; studiile lui Mantell 102-103, 106-107; teorii privind extincția 98-100; urme 332, 358, 466-467, 472
fotoni 29-33, 163-164, 181
fotosinteză 290, 308, 311, 318
Fowler, W.A. 56
Franklin, Benjamin 77, 81
Franklin, Rosalind 415-419
Fraser, John 366
frigidere 168
Fuhlrott, Johann Karl 447
fulger 271
Fundatia Tuturor Speciilor 375, 535
fundul Oceanului Atlantic 284
fungi 318-319, 322, 372, 376, 378-379

furtuni 271

Galápagos, Insulele 239, 285, 290, 396

galaxii 147, 149, 158

Galeras, erupția 235

Gamow, George 29

Gehrels, Tom 219

Geiger, Hans 157

Gell-Mann, Murray 181

gene 410-411, 413, 419-420, 474-475

gene Hox 424

genetică 248, 317, 418-419, 473, 475-476

genom 321, 410, 420, 422, 426

geologie: datarea rocilor 170-173; ere și epoci 88-91

gheață 279, 281, 284

gheizere 237, 240, 242-243, 245

Gibbs, J. Willard 134, 139

giganți roșii 148

Gilbert, G.K. 205

glaciațiune 438-440, 443, 445

Glicken, Harry 235

globule albe 324

Glossopteris 199

gluoni 182

Godfray, G.H. 375

Goethe, Johann Wolfgang von 275

Goksøyr, Jostein 376

Gold, Thomas 316

Goldsmith, Donald 186

Golful Rechinului, stromatolite 310

Gondwana 199
Gould, John 396
Gould, Stephen Jay: despre apariția vieții 303; despre Crampton 452; despre impactul meteorilor 215; despre istoria umanității 360, 460; despre Lyell 91-92; despre Marna Burgess 335-338, 340-341
Grant, Robert 106
Grant, Ulysses S. 136
gravitație: constanta gravitațională 70, 78; contribuția lui Einstein 141-142, 144-145; contribuția lui Newton 66, 70-71; formarea 33; măsurarea 79; puterea 34
Greer, Frank 316
Gregory, Bruce 147
Gregory, J.W. 477-478
Gribbin, John 282, 304, 458
groapa din Kola 228
Groapa Marianelor 252, 288-289
Groenlanda, stratul de gheață 279, 442
Groves, Colin 373
guri de mare adâncime 290-291, 441
Gutenberg, Beno 224
Guth, Alan 29, 32-33
Guyot, Arnold 194

Habeler, Peter 269
Hadley, George 100, 273
hadron 181
Haeckel, Ernst 317, 370
Haldane, J.B.S. 35, 253-257
Haldane, John Scott 254-255

halibut 295
Hallam, Arthur 432
Halley, Edmond: carieră 62-63; despre atmosferă 273-274;
despre stabilirea vârstei Pământului 91-92, 112; despre
tranziturile lui Venus 71; pariul privind orbita planetară
63-65, 480; scrie *Principiile* 65; vizita lui Newton 65
Halloy, J.J. d'Omalius d' 89
Hapgood, Charles 189, 192, 200
Harding, Rosalind 475-477
Harrington, Robert 37
Hartsoecker, Nicolaus 386
Haughton, Samuel 112, 399
Hawaii, păsări 486
Hawking, Stephen 144, 149, 163
Heisenberg, Werner 161-162
Helin, Eleanor 206
heliu 28, 34, 36, 124-125
Helmholtz, Hermann von 93
hematii 421
Herschel, William 76, 206
Hess, Harry 193-196, 200, 288
Hessler, Robert 293
hidrogen: apa 264, 281-282; cel mai cunoscut element 125;
contribuția lui Lavoisier 117; contribuția lui Rozier 77;
formare 28, 34; inflamabil 264; în compoziția lucrurilor vii
301-302; transformare în heliu 33
hidrosferă 283
Higgs, Peter 182
Hildebrand, Alan 215
hipertermofile 248

HIV 323-324, 327, 423

Hogg, John 319

Holmes, Arthur 171-172, 192

Holmyard, E.J. 154

homari 296

hominizi: australopiteci 454-459; clasificare 450-451; descoperirile de la Turkana 461; dimensiunea creierului 459; fosilele din Sumatra 448; mers biped 457-458; multiregionalism 471; rămășițe 450-452; termenul 446-447n.; tipuri 459

Homo erectus: caracterul 461; clasificare 451-452, 470-471; date 439, 451-452, 461-463, 467; descoperirea lui Dubois 448-449, 461; descoperirile de la Turkana 461; dimensiunea creierului 470, 479; folosirea uneltelor 460-461; Oamenii din Solo 451; rămășițe 452, 461-462; regim alimentar 462; teritoriu 452, 462, 465-466, 468; vorbirea 462

Homo habilis 451-454, 459, 461, 470

Homo sapiens: clasificare 453, 470-471; dimensiunea creierului 470; înfățișare 468; specimen tip 11; teritoriu 471, 479; unelte 465

Hooke, Robert 63, 67, 385, 480, 495

Hooker, Joseph 149, 399

Hopkins, William 434

hormoni 391

Howard, Luke 275-276

Howell, F. Clark 451-452

Hoyle, Fred 55-56, 300-301, 304

Hubble, Edwin 146-147, 149-151, 184-185

Humboldt, Alexander von 361, 433-434

Hunt, George 365

Hunter, John 105
Hunterian Museum 102, 107, 111, 447
Hutton, Charles 75
Hutton, James 80-83, 85, 87, 190, 432-433
Huxley, Aldous 254-255
Huxley, T.H.: cariera lui Owen 106-107; despre catastrofism 87;
despre contribuția lui Darwin 396, 401-402; despre oasele
de neandertalieni 447-448; despre *Vestigii* 398; întâlnirea
cu Wilberforce 405-406; saltionist 401-402
Hyde, Jack 234

ierburi 371-372
iguanodon 102, 104, 107, 111
ihtiozaur 91, 101
insecte 349-350, 353, 373-374
Institutul Regal 120, 128
intervalul Boutellier 469
ionosferă 267
iridiu 210, 212
Isaacs, John 293
Izett, Glenn 214
izotopi 158, 349

încălzire globală 443

Jardine, Lisa 416
Jarvik, Erik 350-351
Java, Omul de 448-451, 454, 465, 467, 475
Jefferson, Thomas 46, 97, 99
Jeffreys, Harold 196

Jenkin, Fleeming 402

jet stream 271-272

Johanson, Donald 454-455, 457

Johnston, David 235

Joly, John 112, 129

Joseph, Lawrence 163

Kaku, Michio 144, 183

Kelly, Kevin 375

Kelvin, William Thomson, Lord 78, 93, 95, 122, 128-129, 303, 401

Kenyanthropus platyops 457

Keynes, John Maynard 64

Kimeu, Kamoya 461-462

Kinsey, Alfred C. 380

Koenigswald, Ralph von 451

Kolbert, Elizabeth 443

Köppen, Wladimir 438

Krakatau, eruptie 239

Krebs, Robert E. 125

KT: impact 218, 355-357, 360; limita 209

Kuiper, Gerard 40, 207

Kunzig, Robert 282, 290

Kurlansky, Mark 296

La Condamine, Charles Marie de 61-62, 69-71

Laboratorul Cavendish 155-157, 160, 177, 416, 418, 480

Laboratorul Lamont Doherty 209

Laboratorul Lawrence Berkeley 53, 210

Lakes, Arthur 109-110

Lalande, Joseph 74
Lander, Eric 426, 474
Lascaux, peșterile din 169
Laubenfels, M.W. de 211
Lavoisier, Antoine-Laurent 116-118, 153
Lavoisier, Marie-Anne Pierrette 116-118, 120
Lawrence, Ernest 177
lăcarul lui Bachman 487
Le Gentil, Guillaume 72
Leakey, Louis 459
Leakey, Mary 456, 478
Leakey, Meave 457
Leakey, Richard 332, 461-462, 483
Leavitt, Henrietta Swan 147-149
Lederman, Leon 182
Leeuwenhoek, Antoni van 385-387
legea invers proporționalității 67, 385
Lehmann, Inge 224
Leibniz, Gottfried von 66
Lemaître, Georges 28, 150
Leonard, F.C. 40
leptoni 182
Lever, Sir Ashton 85
Levy, David 206, 215
Lewin, Roger 332, 483
Lewis, John S. 218
Lewis, Meriwether 99-100
Lewontin, Richard 218
Libby, Willard 169-170
libelule 350

licheni 345-346, 363, 374
Lightman, Alan 163
Lincoln, Abraham 393, 408
Linde, Andrei 31
linia Movius 465
Linnaean Society 122, 275
Linnaeus, Carolus 367-370
listrozaur 199
litium 28, 36
litosferă 231
Lowell, Percival 38-39, 145
Lucy, australopitec 455-459
lumină, viteza 136-137, 139-140, 142, 150
Luna: cratere 205, 289; drumul spre 43, 288; formarea 57, 193;
 influența asupra Pământului 259-261; mărimea 260
Lyell, Charles: carieră 85-86, 209, 212, 365; despre contribuția
 lui Hutton 83, 86-87; despre glaciațiuni 434-435; ere
 geologice 89-90; influență 87-88, 91-92; lecturi 83; prietenia
 cu Darwin 399, 401; *Principiile geologiei* 89
Lyon, John 366

Mach, Ernst 154
MACHOs (MAssive Compact Halo Objects) 187
MacPhee, Ross 482
Maddox, Brenda 419
Maes, Koen 374, 377
magnetosferă 54, 355
magneziu 120
Malthus, Thomas 395
mamifere 357-358

mamo negru 487
mamuți 482
Manning, Aubrey 279
Mantell, Gideon Algernon 101-104, 106-107, 111
Marat, Jean-Paul 117-118
Marcy, Geoffrey 26
Maric, Mileva 139
Marsh, Bryan 324-325
Marsh, Othniel Charles 109-112
Marshall, Barry 326
Marte: distanța față de Soare 260; misiune către 43; teoria canalelor 38-39
masă 182
Maskelyne, Nevil 71, 73-75
Mason, Charles 71, 73-75
Mason, John 339
mastodont 98-99
matrice matematică 161
Matthew, Patrick 400
Matthews, Drummond 196
Maunder, John 376
Maxwell, James Clerk 77
Mayer, August 447
Mayr, Ernst 321-322, 451
McGrayne, Sharon Bertsch 167, 173, 175
McGuire, Bill 226, 238
McLaren, Dewey J. 211
McPhee, John: despre epocile geologice 90, 347; despre glaciațiuni 438, 440; despre plăcile tectonice 196
Medawar, Peter 255, 327

megadinastii 351-352
megalozaur 102-103
megateriu 98, 379, 395
Meinertzhagen, Richard 362
Mendel, Gregor 255, 403-405, 407, 413
Mendeleev, Dmitri Ivanovici 123-127, 129
Mendes, J.C. 189
meningită 325
metan 57
meteoriti 173, 205, 215, 217, 261, 303-304, 356
meteorologie: ciclul lung al carbonului 279; contribuția lui
Howard 275; oceanele și atmosfera 277-279; termenul 274
mezosferă 267-268
Michel, Helen 210
Michell, John 75-76, 78
Michelson, Albert 135-137, 146, 150
microbi: rolul 314; și apa fierbinte 247-248
microscoape 31, 138, 305, 327, 385-387, 411, 413-414
Midgley, Thomas Junior 166-169, 175-176
Miescher, Johann Friedrich 411
Milancovici, Milutin 436-438, 443
Miller, Stanley 298, 301
minereu de uraniu 128
miriapode 350, 377
Mirsky, Alfred 415
mișcare, legile 66
mișcare browniană 119, 138, 155, 365
mitocondrie 311, 384, 389-390
mixomicete 318
Modelul Standard 182

Moho 224, 228
Mohorovičić, Andrija 224
molecule 121, 151, 268-270, 272, 281-282, 300-301, 389-391
Monod, Jacques 427
Moody, Plinus 100
Morgan, Thomas Hunt 413-414
Morley, Edward 135-137
Morley, Lawrence 196
Mount Wilson Observatory 147
Movius, Hallum
mucegaiuri mucilaginoase 318-319
Mullis, Kary B. 247-248
multiregionalism 471, 473-474
muntele St Helens, erupție 233-235, 239, 431
muntele Unzen, erupție 235
Murchison, meteoritul din 303
Murchison, Roderick 84, 88-89, 434
Murray, John 362, 400
musculița de oțet 413, 423
mușchi 363-365
mutație 323, 328, 414, 473
Muzeul de Istorie Naturală: colecție 55, 361-375; crearea 108;
 dinozauri, exponate 357-358; reptile marine străvechi 101;
 vizita autorului 332; 361-363, 381
Muzeul Peabody 100
Myers, Norman 488

Nagaoka, Hantaro 159
Nageli, Karl-Wilhelm von 404

NASA (Agenția Națională Aeronautică și Spațială) 41, 186, 219, 237, 248, 335, 355
nautiloide 356
nava spațială New Horizons 41
nave spațiale 268
neandertalieni 411, 468, 470, 472, 474
Nebuloasa Crabului 55
nebuloase 149
Negrín, Juan 256
Neptun: lunile sale 42-43; orbită 40-41
neptunieni 81, 87
neutrini 178, 180-181
neutroni: descoperirea 49, 154, 156, 160; formarea 33; în nucleul atomic 125, 158; particule 181; teoriile lui Zwicky 49-50
Newlands, John 124
Newton, Isaac: alchimie 64-65, 113; caracterul 63; cercetări 64; despre eter 135; despre gravitație 66-67, 70; despre greutatea Pământului 79; epitaf 60; legea invers proporționalității 67, 385; legile mișcării 67-69, 137; mormântul 407; *Principia* 65-68; vizita lui Halley 67
Ngalli, Jillani 478-479
nivelul mării 444
nori 275-276, 284
Norton, Trevor 255-256
Norwood, Richard 68-69
Noua Zeelandă: calmar uriaș 292; pescuit 294
nucleul celulei 387
Nuland, Sherwin B. 388-389, 423
numere foarte mari 31-32n., 121-122n.

Nuttall, Thomas 100, 366

Oamenii de Ngandong 451

oamenii din Mungo 466-467, 474

Observatorul Lowell 39, 145

Observatorul McDonald 207

Observatorul Palomar 48, 206

Observatorul Vulcanic Yellowstone 243

ocean: chimia 198; fundul 193-195, 284, 287-290; guri de mare
adâncime 290-291, 440; influența asupra climei 277-280;
salinitatea 290-291, 443; viața 292-293

oceanografie 252, 285-286, 290

Officer, Charles 212

oi 263-264

okapi 379

Oldham, R.D. 224

Olorgesailie, topoare 477-479

Oort, norul 40, 43-44

Öpik, Ernst 43, 211

Oppenheimer, Robert 50

ordovician: extincție 353, 355; perioadă 89, 91

organelles 311

Orgel, Leslie 304

Orrorin tugenensis 457

Ostro, Steven 207-208

Overbye, Dennis 30, 94, 144, 162

Owen, Richard 104-108, 111, 405

oxid de azot 384

oxigen: apă 264, 281-282; cel mai des întâlnit element 262-263;
cercetările lui Lavoisier 117; compoziția obiectelor vii 301-

302; descoperirea 115; formarea 36; inflamabil 264; la altitudine 268-270; nivelurile de 348-349; pentru celule 389; respirație 251, 265, 268, 348-349; rezerve 314-315; și bacteriile 308-309

Oyster Club 81

ozon 168, 268

Paley, William 402

Palmer, Harry 486

Pangaea 190, 199, 348

panspermie 304

Papua Noua Guinee 466-467

Parcul Național Yellowstone 223, 236-238, 241-243, 245-247

Parkinson, James 85, 102, 425

particule 157, 177-184, 271

Pasteur, Louis 313, 387

Patterson, Clair 166, 172-176

Pauli, Wolfgang 155, 163

Pauling, Linus 415, 417-418

Pauw, Corneille de 97

păduri din nori 377

păduri tropicale umede 377-378

Pământul: atmosfera 267-268; câmpul magnetic 195, 231-233; clima 431-432, 440-445; condițiile de viață pentru om 257-258, 260; distanța față de Soare 73-74, 258-259; forma 67-69; formarea 56-57; greutatea 78-79; influența Lunii 260-261; interiorul 224, 229-230; istoria 346-347; începuturile vieții 302-306; mantaua 231-232; masa 75; mărimea 67-68; nucleul 223, 231-232; orbita 206-207; revoluția 275-276, 284;

scoarță 229-231; straturile 230n.; temperatura nucleului
232; vârsta 79, 91-95, 112-113, 129, 166, 172-173
Pământul-bulgăre de zăpadă 440
păsări 105, 358, 481-487
Peabody, George 109
Peale, Charles Willson 485
Pearce, Chaning 107
Peebles, Curtis 215
Pekin, Omul de 450-451, 465, 467
Pelizzari, Umberto 252
Pelletier, P.J. 154
penicilină 325-326
Penzias, Arno 29-30, 150
peridotită 229, 232
perioada arheiană 90
perioada carboniferă 348-350
perioada holocenului 443
perioada siluriană 88-90
perioada triasică 90
Perlmutter, Saul 53
permian: extincție 333, 352-353, 355; perioadă 89
peruș bălțat de Carolina 484
Perutz, Max 299
pescadoare industriale 295
pescuit 294-296
pește 294-296, 348
pește pion portocaliu (*Hoplostethus atlanticus*) 294
Piazzzi, Giuseppe 206
Picard, Jean 69
Piccard, Auguste și Jacques 287-288

Pickering, William H. 78, 148
Pillmore, C.L. 214
pinguini 296-297
Planck, Max 133, 135, 137-139, 289
plancton 349, 356
plante 348, 371-372
Playfair, John 80, 83, 87
plăci tectonice 82, 172, 193, 196, 198-200, 226, 260, 438
plesiozaur 101
plumb 166-167, 173-176, 264
Plutinos 40
Pluto: descoperire 38-39; distanța față de Pământ 39-44; luna 37-38; orbita 40; planetă 46
plutonieni 81, 87, 265, 291, 315
Pope, Alexander 60
Popper, Karl 184
potasiu 120, 171, 263, 438
Powell, James Lawrence 355
Premiul Nobel: Crick 416; Einstein 138; Fowler 56; Medawar 327; Michelson 137; Morgan 414; Pauling 415; Rutherford 155, 157; Sulston 410; Urey 211, 298; Watson 416; Weinberg 35
presiunea aerului 270-274
Priestley, Joseph 115-116
Principiul de excluziune 163
Principiul Incertitudinii 161
principiul lui Avogadro 121, 124
proces de convecție 120, 192, 196, 231-232, 272
Proiectul Genomului Uman 420, 424
proteine 298-300, 388-389, 412-413, 426

proteom 426
protiste 312
protoni 27, 33, 125, 157-159, 160, 164-165, 177, 181-182
protoxid de azot 118-119, 121
protozoare 312, 319, 376, 386
Proxima Centauri 42, 44
pterodactil 101
pume 487
punți de uscat 191

quarci, 181-182

radiație: cercetările lui Einstein 140; efect asupra bacteriilor 315-316; îmbolnăvire 129-130; radiația cosmică de fundal 29, 150
radiație cosmică de fundal 29, 150
radioactivitate 127-130, 157
rase umane 470-473
Raup, David 352, 483
Ray, John 369
raze cosmice 50, 187
Reader, John 454
rechini 294-295
recife de corali 294
Rees, Martin 33-34, 36, 152, 186
reptile 356
retrovirusi 423
Richter, Charles 78, 133
Rickover, Hyman G. 288-289
Ridley, Matt 305, 459

Roentgen, Wilhelm 156
Rothschild, Lionel Walter, baron 485-486
Rozier, Pilatre de 77
Rudwick, Martin 88, 92
Rumford, Benjamin Thompson, conte de 119-120, 128, 231, 278
Runcorn, S.K. 195
Russell, Bertrand 142, 317
Rutherford, Ernest: caracter 156; carieră 155-157; despre rezervele de căldură 191; despre vârsta Pământului 113, 127-129; studiile privind atomii 157, 159-161, 171

Sacks, Oliver 48
Sagan, Carl 37, 46, 180, 283, 308, 312, 314-315, 351, 382n.
Sahelanthropus tchadensis 458
salt cuantic 160
saltioniști 401-402
Sandage, Allan 185
Sandler, Howard 293
săruri 283, 291
scara Richter 224-226
Scheele, Karl 115-116
Schiehallion, munte 74-75
Schimper, Karl 433, 435
Schlapkohl, Anna 204
Schouten, Peter 483-484
Schrödinger, Erwin 115, 161, 163
Schultz, Gwen 438
Schwalbe, Gustav 449
Schwann, Theodor 387
Schwartz, Jeffrey 402, 453, 457, 468

scufundări 252-255, 285-288
secvențe de beta globină 475
Sedgwick, Adam 88, 401
seleniu 263, 265
Sheehan, Peter 359
Shelley, Mary 116
Shipman, Pat 453, 468
Shoemaker, Eugene: cometa 215; moartea 216; studii asupra craterului din Manson (Iowa) 212, 214; studii asupra Craterului Meteoritului (Arizona) 205, 215
SHRIMP (Sensitive High Resolution Ion Micro Probe – microsondă ionică de înaltă rezoluție) 306
SIDA 323-324, 327, 330
Siegel, Lee J. 245
sifilis 111, 170-171
Simpson, George Gaylord 199
Sinanthropus pekinensis 450
singularitate 27-28, 31, 34
Sinteza Modernă 255, 407
sistemul solar: dimensiunile 43-44; nașterea 56-57
Slipher, Vesto 145-146, 149
Smith, A.J.E. 363
Smith, Anthony 271
Smith, Robert B. 244-245
Smith, William 99
Snow, C.P. 138-139, 141, 156, 165
SNP (polimorfism mononucleotidic) 421-422
Soarele: erupții solare 354-355; formare 56; heliu 125; masă 75; văzut de pe Pluto 42
Societatea Geologică 83-85, 107, 171

Soddy, Frederick 127, 191
sodiu 120, 263-264
Sollas, William 447
Somervell, Howard 269
Sonda WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe – Sonda
 Wilkinson pentru Studiul Anizotropiei Microundelor) 186
spațiu: curbura 35; distanțe între stele 44
spațiu-timp 144
Spencer, Herbert 396
spin 163
Sprigg, Reginald 338-339, 344, 346
Stanley, Steven M. 358
stea neutronică 49-50
Steaua Polară (Polaris) 47, 148
stele: clasificare 148; neutronice 49-50, 155; vizibile 51
Steller, Georg 483-484
stratosferă 231, 267
strămoși 409-411
Strickland, H.E. 481
stromatolite 307, 309-310
stronțiu 120-121, 291
Suess, Eduard 190-191
sulf 57, 226, 270, 302, 316, 318, 356
Sullivan, John 97
Sulston, John 410
supernove 47-55
supraridicătură 238-239
Surowiecki, James 326
Swift, Jonathan 367
Sykes, Bryan 475

synapside 351-352

șerpi 356

șopârle 357

Tabelul periodic al elementelor 124-127

tahioni 178, 180

takahē 379

Tattersall, Ian: despre descoperirile de fosile 452-454; despre
extincție 352; despre *Homo sapiens* 467-468; despre Lucy
457-458; despre mărimea creierului 457; despre producția
de unelte 464-465, 477; despre scheletul din Portugalia 472-
473; despre urmele de pași de la Laetoli 456-457

taxonomie 337, 365, 368-372, 375

Taylor, Frank Bursley 189-190

Telescopul Spațial Hubble 43, 150, 186, 215

teoria inflaționistă 32

Teoria M 183

teoria relativității: curbura universului 35, 144; gravitație 164;
înțelegerea 142-144; Teoria Generală a Relativității 142-144,
149-150, 176; Teoria Specială a Relativității 138-142

Teoria Superstringurilor (Teoria Supercorzilor) 182

teorie cuantică 137-139, 162-164

termodinamică 94, 120, 129, 134

termometru 275, 443

termosferă 267-268

Teton, lanț muntos 245

tetrapode 350-351

Therapside 352

Thome, Alan 465-467, 470-472, 474

Thomson, J.J. 135, 156-157, 160
Thomson, William, *vezi* Kelvin
Thomson, Wyville 270
Thorne, Kip S. 50, 137
Thorstensen, John 57
tigrul tasmanian 487
timp de înjumătățire 128
Tombaugh, Clyde 39
topoare de piatră 464-465
Torsvik, Vigdis 376
transformările Lorentz 142
Trefl, James: despre atomi 163, 179; despre celule 387; despre
 nori 276; despre plăcile tectonice 198; despre procesul de
 convecție 231
triangulare 61-62, 69, 71
Trieste, batiscaf 287-288
trilobiți 191-192, 332-334, 342-343, 346, 353
Trinkaus, Erik 468, 472
troposferă 231, 267-268
Trubridge, William 252
Tryon, Edward P. 33
Tsurutani, Bruce 355
turbulență 30, 272
Turkana, scheletele de la 457, 461-462
Turner, J.M.W. 431
Tyrannosaurus rex 110n., 444

unde radio 157
unelte 464-465, 468, 477
unelte acheuleene 464-465, 468, 477

unelte mousteriene 468
uneltele Oldowan 465
uniformitarism 87
Universitatea Princeton 29-30
universul: dimensiunea 35-36; expansiunea 32-35, 149-150, 188; începutul 28, 30-33, 150; marginea 34-36; materia 187; vârsta 185
universuri, numărul de 33-34
uraniu 125, 127-128, 140, 171-173, 291, 306, 316
Urey, Harold 211, 298, 301
urmele de pași de la Laetoli 456-457
Ussher, James 91

vacă de mare 483
Valea Marelui Rift sino-african 477
Valéry, Paul 141
Vaucouleurs, Gérard de 185
Venus: distanța față de Soare 259; tranzitul lui 71-73
viermi de pământ 373
Vine, Allyn C. 288
Vine, Fred 196
viriși 327
vite 263
viteza vântului 273-274
Vogel, Shawna 231, 233
Voorhies, Mike 221-223, 239
vorbire 462
vulcani: erupția vulcanului Galeras 235; erupția vulcanului Krakatau 239; erupția vulcanului Tambora 431; erupția

vulcanului Toba 240; muntele St Helens 233-235, 239, 431;
muntele Unzen 235; Yellowstone 236-247

Walcott, Charles Doolittle 334-338, 343
Walker, Alan 453, 455, 461-462
Wallace, Alfred Russel 398-400, 414
Walsh, Don 288
Watson, James 156, 415-419
Wegener, Alfred 190-192, 200, 438
Weinberg, Samantha 285
Weinberg, Steven 35, 155, 181, 184
Weitz, Charles 421
Whewell, William 89
White, Nathaniel 69
Whittaker, R.H. 319
Whittington, Harry 337
Wickramasinghe, Chandra 304
Wilberforce, Samuel 405-406
Wilkins, Maurice 415-419
Williams, Stanley 235
Wilson, C.T.R. 156, 177
Wilson, Edward O. 342, 371-373, 377, 488
Wilson, Robert 29-30, 150
WIMPs (Weakly Interacting Massive Particles) 187
Winchester, Simon 99
Wistar, Caspar 96-97, 99-100, 211, 366
Witzke, Brian 213-214, 216-217, 219
Woese, Carl 319-322
Woit, Peter 184
Wren, Sir Christopher 63, 480

Younger Dryas 442-443

zinc 263

zirconiu 306

Zwicky, Fritz 49-51, 55, 187

* Numărul paginilor se referă la ediția tipărită a cărții și la ediția digitală în format PDF.